

【国際公開パンフレット】

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 janvier 2003 (23.01.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/007237 A1

(51) Classification internationale des brevets: G06T 1/00

01712664

2 octobre 2001 (02.10.2001) FR

(21) Numéro de la demande internationale : PC

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): VISION IQ (FR/FR): 3 rue Nationale, F 92100 BOULOGNE-B.P. LANCOURT (FR).

(22) Date de dépôt international : 5 juin 2002 (05.06.2002)

(72) Inventeurs; et

(25) Langue de dépôt :

français

(75) Inventeurs/Déposants *pour US seulement*:
CHAUVILLE, Benoît [FR/FR]; 1 rue Chevreul, F-75011
PARIS (FR). GUICHARD, Frédéric [FR/FR]; 60 rue de
Piepus, F-75012 PARIS (FR). LAVEST, Jean-Marc
[FR/FR]; 38 avenue des Elys-Unit, F-63000 CLER-
MONT-FERRAND (FR). LIEGE, Bruno [FR/FR]; 7 rue
Eugène Millon, F-75015 PARIS (FR).

(26) Langue de publication :

fronçais

(30) Données relatives à la priorité :

01/09/2022

12 juillet 2001 (12.07.2001)	FR
12 juillet 2001 (12.07.2001)	AM

FR
100

01A9291

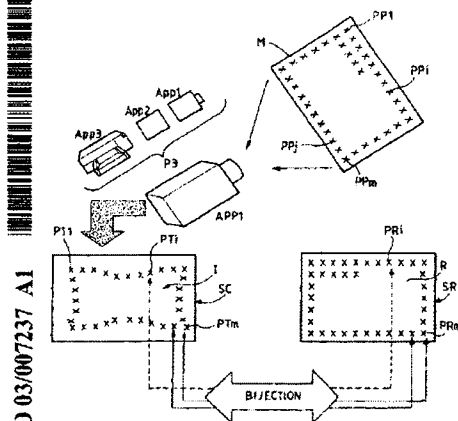
12 juillet 2001 (12.07.2001) 1/R

1R

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR PRODUCING FORMATTED DATA RELATED TO GEOMETRIC DISTORTIONS

(54) Titre : PROCÉDÉ ET SYSTÈME POUR PRODUIRE DES INFORMATIONS FORMATEES LIÉES AUX DISTORSIONS GÉOMÉTRIQUES



(S7) Abstract: The invention concerns a processing system and a method for producing formatted data related to appliances (Appl) to 3) of a set of appliances (APPL). In said set of appliances comprises in particular an image input appliance (Appl1) and/or an image scanning appliance (Appl3) for capturing and/or scanning an image (Im) on a medium (SC). The invention aims at producing formatted data related to geometric distortions of at least one appliance of said set. The invention is characterized by the following embodiments: in particular one which enables to take into account fixed characteristics of the appliances and/or image-dependent (i) characteristics, the fixed and/or variable characteristics are: (i) the measured focal length, (ii) the measured characteristic values, in particular focal length and/or focusing. The invention then provides the production of measured formatted data related to geometric distortions of said appliance from a measured field (Df1). The invention also provides the production of formatted data related to the image or video image processing, in optical devices, industrial controls, robotics, metrology and the like.

[Suite sur la page suivante]

WO 03/007237 A1



(74) Mandataire : GRYNWALD, Albert, Cabinet GRYNWALD, 127 rue du Faubourg Poissonnière, F-75009 PARIS (FR).

amérique (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IL, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet CAN1 (BR, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IL, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR, TD, TG).

(83) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BR, BG, BH, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TH, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(84) États désignés (regional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet européen (AM, AZ, BY, BG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro continué de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne un système et un procédé de traitement permettant de poursuivre des informations formatées liées aux appareils (App1 à 3) d'une chaîne d'appareils (APP1). Cette chaîne d'appareils comprend notamment au moins un appareil de capture d'image (App1) et/ou au moins un appareil de restitution d'image (App3) pour capturer et/ou restituer une image (A) sur un support (SC). L'invention prévoit de produire des informations formatées liées aux distorsions géométriques d'au moins un appareil de ladite chaîne. L'invention prévoit différentes variantes de réalisation notamment celle permettant de tenir compte de caractéristiques liées aux appareils et/ou de caractéristiques variables selon l'image (I). Les caractéristiques liées et/ou les caractéristiques variables sont susceptibles d'être associées à une ou plusieurs valeurs de caractéristiques, notamment la focale et/ou la mise au point. L'invention prévoit alors de produire des informations formatées mesurées liées aux distorsions géométriques dudit appareil à partir d'un élément mesuré (DH). L'invention est applicable au traitement des images photographiques ou vidéo, dans l'instrumentation optique, les contrôles industriels, la robotique, la métrologie, etc.

PROCÉDÉ ET SYSTÈME POUR PRODUIRE DES INFORMATIONS FORMATÉES
LIÉES AUX DISTORSIONS GÉOMÉTRIQUES

Préambule de la description
Domaine concerné, problème posé

La présente invention concerne un procédé et un
5 système pour produire des informations formatées liées aux
distorsions géométriques.

Solution
Procédé

10 L'invention concerne un procédé pour produire des
informations formatées liées aux appareils d'une chaîne
d'appareils. La chaîne d'appareils comprend notamment au moins
un appareil de capture d'image et/ou au moins un appareil de
15 restitution d'image. Le procédé comprend l'étape de produire des
informations formatées liées aux distorsions géométriques d'au
moins un appareil de la chaîne.

De préférence, selon l'invention, l'appareil
permettant de capturer ou restituer une image sur un support.
20 L'appareil comporte au moins une caractéristique fixe et/ou une
caractéristique variable selon l'image. La caractéristique fixe

et/ou caractéristique variable est susceptible d'être associée à une ou plusieurs valeurs de caractéristiques, notamment la focale et/ou la mise au point et leurs valeurs de caractéristiques associées. Le procédé comprend l'étape de
 5 produire des informations formatées mesurées liées aux distorsions géométriques de l'appareil à partir d'un champ mesuré. Les informations formatées peuvent comprendre les informations formatées mesurées.

10 Informations formatées étendues et écart

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape de produire des informations formatées étendues liées aux distorsions géométriques du appareil à partir des
 15 informations formatées mesurées. Les informations formatées peuvent comprendre les informations formatées étendues. Les informations formatées étendues présentent un écart par rapport auxdites informations formatées mesurées.

De préférence, selon l'invention le procédé est tel
 20 que les informations formatées, produites à partir des informations formatées mesurées, sont représentées par les paramètres d'un modèle paramétrable choisi parmi un ensemble de modèles paramétrables, notamment un ensemble de polynômes. Le procédé comprend en outre l'étape de sélectionner le modèle
 25 paramétrable dans l'ensemble de modèles paramétrables en :

- définissant un écart maximal,
- ordonnant les modèles paramétrables de l'ensemble de modèles paramétrables selon leur degré de complexité de mise en œuvre,
- 30 - choisissant le premier des modèles paramétrables de l'ensemble de modèles paramétrables ordonné pour lequel l'écart est inférieur à l'écart maximal.

Selon une variante de réalisation de l'invention, les
 35 informations formatées étendues peuvent être les informations formatées mesurées.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

3

De préférence, selon l'invention le procédé comprend un premier algorithme de calcul permettant d'obtenir le champ mesuré à partir d'un référentiel comportant des points caractéristiques et d'une référence virtuelle composée de points de référence sur une surface de référence. Le premier algorithme de calcul comprend l'étape de capturer ou de restituer le référentiel au moyen de l'appareil pour produire une image des points caractéristiques sur le support. L'image d'un point caractéristique est ci-après appelée le point

10 caractéristique image.

Le premier algorithme de calcul comprend en outre :

- l'étape d'établir une bijection entre les points caractéristiques images et les points de référence,
 - l'étape de sélectionner zéro, une ou plusieurs
- 15 caractéristiques variables parmi l'ensemble des caractéristiques variables, ci-après désignées les caractéristiques variables sélectionnées.

Le champ mesuré est composé de :

- l'ensemble des couples constitués d'un des points de
- 20 référence et du point caractéristique image associé par la bijection, et de
- la valeur, pour l'image concernée, de chacune des caractéristiques variables sélectionnées.

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape de choisir une projection mathématique, notamment une homographie, entre le support et la surface de référence. Le champ mesuré est composé de la valeur, pour l'image, de chacune des caractéristiques variables sélectionnées et pour chaque point de référence:

- du couple constitué du point de référence et de la projection mathématique, sur la surface de référence, du point
- 30 caractéristique image associé par la bijection au point de référence, et/ou

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

4

- du couple constitué du point caractéristique image associé par la bijection au point de référence et de la projection mathématique sur le support, du point de référence.

5 Interpolation pour formater à un point quelconque.

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape d'obtenir les informations formatées étendues relatives à un point de référence quelconque sur la surface de
10 référence et/ou à un point caractéristique image quelconque du support, en déduisant les informations formatées, relatives au point de référence quelconque ou au point caractéristique image quelconque, à partir des informations formatées mesurées.

15 Focale Variable

De préférence, selon l'invention, le procédé est tel que l'appareil de la chaîne d'appareil présente au moins une caractéristique variable selon l'image, notamment la focale
20 et/ou la mise au point. Chaque caractéristique variable est susceptible d'être associée à une valeur pour former une combinaison constituée de l'ensemble des caractéristiques variables et des valeurs. Le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

25 - l'étape de sélectionner des combinaisons prédéterminées,
- l'étape de calculer des informations formatées mesurées, notamment en mettant en œuvre le premier algorithme de calcul pour chacune des combinaisons prédéterminées ainsi
30 sélectionnées.

Focale Variable - Formatage à un point quelconque.

On appelle argument, selon le cas :

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

5

- un point de référence quelconque sur la surface de référence et une combinaison, ou
- un point caractéristique image quelconque de la support et à une combinaison.

5 De préférence, selon l'invention le procédé comprend en outre l'étape de déduire les informations formatées étendues relatives à un argument quelconque à partir des informations formatées mesurées. Il résulte de la combinaison des traits techniques que les informations formatées sont plus compactes et

10 robustes aux erreurs de mesure.

Choix d'un seuil sur l'écart et formatage selon ce seuil

De préférence, selon l'invention, le procédé est tel

15 que pour déduire les informations formatées étendues à partir des informations formatées mesurées :

- on définit un premier seuil,
- on sélectionne les informations formatées étendues

telles que l'écart soit inférieur au premier seuil.

20

Rajout des écarts aux informations formatées

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape d'associer les écarts aux informations

25 formatées. Il résulte de la combinaison des traits techniques que les informations formatées peuvent être utilisées par des logiciels de traitement d'images capturées par un appareil, pour obtenir des images dont la distorsion géométrique résiduelle est connue. Il résulte de la combinaison des traits techniques que

30 les informations formatées peuvent être utilisées par des logiciels de traitement d'images pour obtenir des images destinées à être restituées par un appareil de restitution d'images avec une distorsion géométrique résiduelle connue.

35

Choix de l'homographie

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

6

De préférence, selon l'invention, le procédé comprend en outre l'étape de sélectionner sur le support quatre points caractéristiques images tels que le quadrilatère défini par les quatre points caractéristiques images est celui ayant une surface maximale et un centre de gravité situé à proximité du centre géométrique de l'image. La projection mathématique est l'homographie transformant les quatre points caractéristiques images en les points de référence associés par la bijection aux quatre points caractéristiques images. Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'il est ainsi possible d'obtenir simplement des informations formatées pouvant être utilisées par des logiciels de traitement d'images pour capturer ou restituer des images avec un faible changement de perspective.

Cas de l'image couleur distorsions

De préférence, selon l'invention, l'image est une image en couleur composée de plusieurs plans couleur. Le procédé comprend en outre l'étape de produire les informations formatées mesurées en mettant en œuvre le premier algorithme de calcul pour au moins deux des plans couleur, en utilisant la même projection mathématique pour chacun des plans couleur. Ainsi, il est possible d'utiliser les informations formatées et/ou informations formatées mesurées pour corriger les distorsions et/ou les aberrations chromatiques de l'appareil.

De préférence, selon l'invention, l'image est une image en couleur composée de plusieurs plans couleur. Le procédé comprend en outre l'étape de produire les informations formatées mesurées en mettant en œuvre le premier algorithme de calcul pour au moins un des plans couleur, en utilisant la même référence virtuelle pour chacun des plans couleur. Ainsi, il est possible d'utiliser les informations formatées et/ou

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

7

informations formatées mesurées pour corriger les aberrations chromatiques du appareil.

Système

5

L'invention concerne un système pour produire des informations formatées liées aux appareils d'une chaîne d'appareils. La chaîne d'appareils comprend notamment au moins un appareil de capture d'image et/ou au moins un appareil de

10

restitution d'image. Le système comprend des moyens de calcul pour produire des informations formatées liées aux distorsions géométriques d'au moins un appareil de la chaîne.

L'appareil permet de capturer ou restituer une image sur un support. L'appareil comporte au moins une caractéristique

15

fixe et/ou une caractéristique variable selon l'image. La caractéristique fixe et/ou caractéristique variable est susceptible d'être associée à une ou plusieurs valeurs de caractéristiques, notamment la focale et/ou la mise au point et leurs valeurs de caractéristiques associées. De préférence,

20

selon l'invention, le système comprend des moyens de calcul pour produire des informations formatées mesurées liées aux distorsions géométriques de l'appareil à partir d'un champ mesuré. Les informations formatées peuvent comprendre les informations formatées mesurées.

25

Informations formatées étendues et écart

De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de calcul pour produire des informations formatées étendues liées aux distorsions géométriques de l'appareil à partir des informations formatées mesurées. Les informations formatées peuvent comprendre les informations formatées étendues. Les informations formatées étendues présentent un écart par rapport aux informations formatées

30

35

mesurées.

Notion de modèle - Interpolation - Choix d'un seuil et choix du modèle le plus simple pour arriver au seuil

5 De préférence, selon l'invention, le système est tel que les informations formatées, produites à partir des informations formatées mesurées, sont représentées par les paramètres d'un modèle paramétrable choisi parmi un ensemble de modèles paramétrables, notamment un ensemble de polynômes. Le système comprend en outre des moyens de sélection pour sélectionner le modèle paramétrable dans l'ensemble de modèles paramétrables. Les moyens de sélection comprennent des moyens de traitement informatique pour :

- définir un écart maximal,
- 15 - ordonner les modèles paramétrables de l'ensemble de modèles paramétrables selon leur degré de complexité de mise en œuvre,
- choisir le premier des modèles paramétrables de l'ensemble de modèles paramétrables ordonné pour lequel l'écart est inférieur au écart maximal.

20 Selon une variante de réalisation de l'invention, les informations formatées étendues peuvent être les informations formatées mesurées.

De préférence, selon l'invention, le système comprend des moyens de calcul mettant en œuvre un premier algorithme de calcul permettant d'obtenir le champ mesuré à partir d'un référentiel comportant des points caractéristiques et d'une référence virtuelle composée de points de référence sur une surface de référence. L'appareil de capture d'image ou l'appareil de restitution d'image comprend des moyens de capture ou des moyens de restitution du référentiel permettant de produire une image des points caractéristiques sur le support. L'image d'un point caractéristique est ci-après appelée le point caractéristique image.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

9

Les moyens de calcul du premier algorithme de calcul comprennent en outre des moyens de traitement informatique pour :

- établir une bijection entre les points caractéristiques images et les points de référence,
 - sélectionner zéro, une ou plusieurs caractéristiques variables parmi l'ensemble des caractéristiques variables, ci-après désignées les caractéristiques variables sélectionnées.
- Le champ mesuré est composé de :
- l'ensemble des couples constitués d'un des points de référence et du point caractéristique image associé par la bijection, et de
 - la valeur, pour l'image, de chacune des caractéristiques variables sélectionnées.
- De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens d'analyse pour choisir une projection mathématique, notamment une homographie, entre le support et la surface de référence. Le champ mesuré est composé de la valeur, pour l'image, de chacune des caractéristiques variables sélectionnées et pour chaque point de référence ;
- du couple constitué du point de référence et de la projection mathématique, sur la surface de référence, du point caractéristique image associé par la bijection au point de référence, et/ou
 - du couple constitué du point caractéristique image associé par la bijection au point de référence et de la projection mathématique, sur le support, du point de référence.

Interpolation pour formater à un point quelconque

- De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de traitement informatique pour obtenir les informations formatées étendues relatives à un point de référence quelconque sur la surface de référence et/ou à un point caractéristique image quelconque du support, en déduisant

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

10

les informations formatées, relatives au point de référence quelconque ou au point caractéristique image quelconque, à partir des informations formatées mesurées.

5

Focale Variable

De préférence, selon l'invention, le système est tel que l'appareil de la chaîne d'appareil présente au moins une caractéristique variable selon l'image, notamment la focale et/ou la mise au point. Chaque caractéristique variable est susceptible d'être associée à une valeur pour former une combinaison constituée de l'ensemble des caractéristiques variables et des valeurs. Le système comprend en outre :

- des moyens de sélection pour sélectionner des combinaisons prédéterminées,
- des moyens de calcul pour calculer des informations formatées mesurées, notamment en mettant en œuvre le premier algorithme de calcul pour chacune des combinaisons prédéterminées ainsi sélectionnées.

20

Focale Variable - Formatage à un point quelconque

Un argument désigne, selon le cas :

- un point de référence quelconque sur la surface de référence et une combinaison, ou
- un point caractéristique image quelconque du support et une combinaison.

De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de traitement informatique pour déduire les informations formatées étendues relatives à un argument quelconque à partir des informations formatées mesurées. Il résulte de la combinaison des traits techniques que les informations formatées sont plus compactes et robustes aux erreurs de mesure.

35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

11

Choix d'un seuil sur l'écart et formatage selon ce seuil

De préférence, selon l'invention, le système est tel que les moyens de traitement informatique pour déduire les informations formatées étendues à partir des informations formatées mesurées, comprennent des moyens de sélection pour sélectionner les informations formatées étendues telles que l'écart soit inférieur à un premier seuil.

10 Rajout des écarts aux informations formatées

De préférence, selon l'invention, les écarts sont associées auxdites informations formatées. Il résulte de la combinaison des traits techniques que les informations formatées peuvent être utilisées par des logiciels de traitement d'images capturées par l'appareil, pour obtenir des images dont la distorsion géométrique résiduelle est connue. Il résulte de la combinaison des traits techniques que les informations formatées peuvent être utilisées par des logiciels de traitement d'images pour obtenir des images destinées à être restituées par l'appareil de restitution d'images avec une distorsion géométrique résiduelle connue.

Choix de l'homographie

De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de sélection pour sélectionner sur le support quatre points caractéristiques images tels que le quadrilatère défini par les quatre points caractéristiques images est celui ayant une surface maximale et un centre de gravité situé à proximité du centre géométrique de l'image. La projection mathématique est l'homographie transformant les quatre points caractéristiques images en les points de référence associés par la bijection aux quatre points caractéristiques images. Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'il

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

12

est ainsi possible d'obtenir simplement des informations formatées pouvant être utilisées par des logiciels de traitement d'images pour capturer ou restituer des images avec un faible changement de perspective.

5

Cas de l'image couleur distorsions

10 L'image est une image en couleur composée de plusieurs plans couleur. De préférence, selon l'invention, le système comprend en outre des moyens de traitement informatique pour produire les informations formatées mesurées en mettant en œuvre le premier algorithme de calcul pour au moins deux des plans couleur, en utilisant la même projection mathématique pour
15 chacun des plans couleur. Ainsi, il est possible d'utiliser les informations formatées et/ou informations formatées mesurées pour corriger les distorsions et /ou les aberrations chromatiques de l'appareil.

De préférence, selon l'invention, l'image est une image en couleur composée de plusieurs plans couleur. Le système
20 comprend en outre des moyens de traitement informatique pour produire les informations formatées mesurées en mettant en œuvre le premier algorithme de calcul pour au moins un des plans couleur, en utilisant la même référence virtuelle pour chacun des plans couleur. Ainsi, il est possible d'utiliser les
25 informations formatées et/ou les informations formatées mesurées pour corriger les aberrations chromatiques de l'appareil.

Description détaillée

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description des variantes de réalisation de l'invention données à titre d'exemple indicatif et non limitatif, et de figures qui représentent respectivement:
- figure 1 : une vue schématique d'une capture
35 d'image,

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

13

- figure 2 : une vue schématique d'une restitution d'image,
- figure 3 : une vue schématique des pixels d'une image,
- 5 - figures 4a et 4b : deux vues schématiques d'une scène de référence,
- figure 5 : l'organigramme de la méthode permettant de calculer la différence entre l'image mathématique et l'image corrigée,
- 10 - figure 6 : l'organigramme de la méthode permettant d'obtenir la meilleure transformation de restitution pour un moyen de restitution d'image,
- figure 7 : une vue schématique des éléments composant le système selon l'invention,
- 15 - figure 8 : une vue schématique des champs des informations formatées,
- figure 9a : une vue schématique de face d'un point mathématique,
- figure 9b : une vue schématique de face d'un point réel d'une image,
- 20 - figure 9c : une vue schématique de profil d'un point mathématique,
- figure 9d : une vue schématique de profil d'un point réel d'une image,
- 25 - figure 10 : une vue schématique d'une grille de points caractéristiques,
- figure 11 : l'organigramme de la méthode permettant d'obtenir les informations formatées,
- figure 12 : l'organigramme de la méthode permettant d'obtenir la meilleure transformation pour un appareil de capture d'image,
- 30 - figures 13a et 13b : des diagrammes permettant d'expliquer la production d'un champ mesuré en utilisant des bijections,

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

14

- figures 14a et 14b : des diagramme permettant d'expliquer la production d'un champ mesuré en utilisant des bijections et des projections mathématiques,
 - figures 15a et 15b : un procédé dans lequel le champ mesuré est produit sous la forme d'un polynôme,
 - figures 16a et 16b : une variante d'un procédé de calcul d'un champ mesuré,
 - figures 17 et 18 : des procédés d'interpolation de l'information formatée d'un point à partir d'informations formatées connues,
 - figures 19a à 19c : des variantes du procédé permettant de minimiser le nombre de points de calcul du champ mesurée,
 - figures 20a à 20d : un procédé permettant de calculer les informations formatées relatives à une image couleur,
 - figure 21 : un procédé relatif à la correction d'une image déformée par une projection,
 - figure 22 : une variante du procédé permettant de minimiser le nombre de points de calcul dans les cas de la correction d'une distorsion géométrique,
 - figure 23a à 23c : un procédé permettant d'éliminer des zones non traitées d'une image corrigée,
 - figure 24 : des informations formatées liées aux distorsions géométriques d'un appareil APPi d'une chaîne d'appareils P3,
 - figure 25 : un exemple de réalisation d'un système selon l'invention.
- Sur la figure 1, on a représenté : une scène 3 comportant un objet 107, un capteur 101 et la surface du capteur 110, un centre optique 111, un point d'observation 106 sur une surface du capteur 110, une direction d'observation 106 passant par le point d'observation 106, le centre optique 111, la scène 3, une surface 10 géométriquement associée à la surface du capteur 110.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

15

Sur la figure 2, on a représenté une image 103, un moyen de restitution d'image 19 et une image restituée 191 obtenue sur le support de restitution 190.

5 Sur la figure 3 on a représenté une scène 3, un appareil de capture d'image 1 et une image 103 constituée de pixels 104.

Sur les figures 4a et 4b, on a représenté deux variantes d'une scène de référence 9.

10 Sur la figure 5 on a représenté un organigramme mettant en œuvre une scène 3, une projection mathématique 8 donnant une image mathématique 70 de la scène 3, une projection réelle 72 donnant une image 103 de la scène 3 pour les caractéristiques utilisées 74, un modèle de transformation paramétrable 12 donnant une image corrigée 71 de l'image 103,

15 l'image corrigée 71 présentant une différence 73 avec l'image mathématique 70.

Sur la figure 6 on a représenté un organigramme mettant en œuvre une image 103, une projection réelle de restitution 90 donnant une image restituée 191 de l'image 103

20 pour les caractéristiques de restitution utilisées 95, un modèle de transformation paramétrable de restitution 97 donnant une image corrigée de restitution 94 de l'image 103, une projection mathématique de restitution 96 donnant une image mathématique de restitution 92 de l'image corrigée de restitution 94 et

25 présentant une différence de restitution 93 avec l'image restituée 191.

Sur la figure 7 on a représenté un système comprenant un appareil de capture d'image 1 constitué d'une optique 100, d'un capteur 101 et d'une électronique 102. Sur la figure 7 on a

30 également représenté une zone mémoire 16 contenant une image 103, une base de données 22 contenant des informations formatées 15, des moyens de transmission 18 de l'image complétée 120 constituée de l'image 103 et des informations formatées 15 vers des moyens de calcul 17 contenant des logiciels de traitement

35 d'image 4.

Sur la figure 8 on a représenté des informations formatées 15 constituées de champs 90.

5 Sur les figures 9a à 9d on a représenté une image mathématique 70, une image 103, la position mathématique 40 d'un point, la forme mathématique 41 d'un point, comparés à la position réelle 50 et à la forme réelle 51 du point correspondant de l'image.

10 Sur la figure 10 on a représenté une grille 80 de points caractéristiques.

Sur la figure 11 on a représenté un organigramme mettant en œuvre une image 103, des caractéristiques utilisées 74, une base de données de caractéristiques 22. Les informations
15 formatées 15 sont obtenues à partir des caractéristiques utilisées 74 et stockées dans la base de données 22. L'image complétée 120 est obtenue à partir de l'image 103 et des informations formatées 15.

Sur la figure 12 on a représenté un organigramme
20 mettant en œuvre une scène de référence 9, une projection mathématique 8 donnant une classe d'image de synthèse 7 de la scène de référence 9, une projection réelle 72 donnant une image de référence 11 de la scène de référence 9 pour les caractéristiques utilisées 74. Cet organigramme met également en
25 œuvre un modèle de transformation paramétrable 12 donnant une image transformée 13 de l'image de référence 11. L'image transformée 13 présente un écart résiduel 14 avec la classe d'image de synthèse 7.

30 **Appareil**

En se référant notamment aux figures 2, 3, 13a, 13b et 24, on va décrire la notion d'appareil APPI. Au sens de l'invention, un appareil APPI peut être notamment:

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

17

- un appareil de capture d'image 1 comme présenté sur la figure 3 ou un appareil de capture d'image comme présenté sur la figure 13a, comme par exemple un appareil photo jetable, un appareil photo numérique, un appareil reflex, un scanner, un fax, un endoscope, un caméscope, une caméra de surveillance, une webcam, une caméra intégrée ou reliée à un téléphone, à un assistant personnel ou à un ordinateur, une caméra thermique, un appareil d'échographie,
 - un appareil de restitution d'image APP2 comme représenté sur la figure 13b ou moyen de restitution d'image 19 comme représenté sur la figure 2, comme par exemple un écran, un projecteur, un téléviseur, des lunettes de réalité virtuelle ou une imprimante,
 - un être humain ayant des défauts de vision, par exemple l'astigmatisme,
 - un appareil auquel on veut ressembler, pour produire des images ayant par exemple un aspect similaire à celles produites par un appareil de marque Leica,
 - un dispositif de traitement d'images, par exemple un logiciel de zoom qui a comme effet de bord d'ajouter du flou,
 - un appareil virtuel équivalent à plusieurs appareils APP1,
- Un appareil APP1 plus complexe comme un scanner/fax/imprimante, un Minilab d'impression photo, un appareil de vidéo-conférence peut être considéré comme un appareil APP1 ou plusieurs appareils APP1.

Chaîne d'appareils

- En se référant notamment à la figure 24, on va maintenant décrire la notion de chaîne d'appareils P3. On appelle chaîne d'appareils P3 un ensemble d'appareils APP1. La notion de chaîne d'appareils P3 peut en outre inclure une notion d'ordre.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

18

Les exemples suivants constituent des chaînes d'appareils P3:

- un seul appareil APPI,
- un appareil de capture d'image et un appareil de
5 restitution d'image,
- un appareil photo, un scanner, une imprimante par exemple dans un Minilab de tirage photo,
- un appareil photo numérique, une imprimante par exemple dans un Minilab de tirage photo,
- 10 - un scanner, un écran ou une imprimante, par exemple dans un ordinateur,
- un écran ou projecteur et l'œil d'un être humain,
- un appareil et un autre appareil auquel on veut ressembler,
- 15 - un appareil photo et un scanner,
- un appareil de capture d'image, un logiciel de traitement d'images,
- un logiciel de traitement d'images, un appareil de restitution d'image,
- 20 - une combinaison des exemples précédents,
- un autre ensemble d'appareils APPI.

Défaut

- 25 En se référant notamment à la figure 24, on va maintenant décrire la notion de défaut P5. On appelle défaut P5 de l'appareil APPI, un défaut lié aux caractéristiques de l'optique et/ou du capteur et/ou de l'électronique et/ou du logiciel intégré à un appareil APPI ; des exemples de défauts P5
30 sont par exemple la distorsion géométrique, le flou, le vignettage, les aberrations chromatiques, le rendu des couleurs, l'uniformité du flash, le bruit du capteur, le grain, l'astigmatisme, l'aberration sphérique.

35

Image

En se référant notamment à la figure 13a, on va maintenant décrire la notion d'image I. On appelle image I une image capturée ou modifiée ou restituée par un appareil APPI.

- 5 L'image I peut provenir d'un appareil APPI de la chaîne d'appareils P3. L'image I peut être destinée à un appareil APPI de la chaîne d'appareils P3. Dans le cas d'images animées, par exemple vidéo, constituées d'une séquence dans le temps d'images fixes, on appelle image I : une image fixe de la séquence
- 10 d'images.

Informations formatées

- En se référant notamment à la figure 24, on va maintenant décrire la notion d'informations formatées IF. On appelle informations formatées IF des données liées aux défauts P5 d'un ou plusieurs appareils APPI de la chaîne d'appareils P3 et permettant de calculer une image transformée en tenant compte des défauts P5 de l'appareil APPI. Pour produire les
- 15 informations formatées IF, on peut utiliser divers procédés basés sur des mesures, et/ou des captures ou restitution de références, et/ou des simulations.

- Pour produire les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre : "Procédé et système pour réduire la fréquence des mises à jour de moyens de traitement d'images." Dans cette demande, il est décrit un
- 25 procédé pour réduire la fréquence des mises à jour de moyens de traitement d'images, notamment un logiciel et/ou un composant. Les moyens de traitement d'images permettant de modifier la qualité des images numériques provenant ou destinées à une chaîne d'appareils. La chaîne d'appareil comporte au moins un appareil de capture d'image et/ou au moins un appareil de
- 30 restitution d'image. Les moyens de traitement d'image mettent en
- 35

œuvre des informations formatées liées aux défauts d'au moins un appareil de la chaîne d'appareils. Les informations formatées IF dépendent d'au moins une variable. Les informations formatées permettant d'établir une correspondance entre une partie des variables et des identifiants. Les identifiants permettent de

5 déterminer la valeur de la variable correspondante à l'identifiant en tenant compte de l'identifiant et de l'image. Il résulte de la combinaison des traits techniques qu'il est possible de déterminer la valeur d'une variable, notamment dans

10 le cas où la signification physique et/ou le contenu de la variable ne sont connus que postérieurement à la diffusion des moyens de traitement d'image. Il résulte également de la combinaison des traits techniques que le temps entre deux mises à jour du logiciel de correction peut être espacé. Il résulte

15 également de la combinaison des traits techniques que les divers acteurs économiques qui produisent des appareils et/ou des moyens de traitement d'image peuvent mettre à jour leurs produits indépendamment des autres acteurs économiques, même si ces derniers changent radicalement les caractéristiques de leurs

20 produit ou ne peuvent forcer leur client à mettre à jour leur produits. Il résulte également de la combinaison des traits techniques qu'une nouvelle fonctionnalité peut être déployée progressivement en commençant par un nombre limité d'acteurs économiques et d'utilisateurs pionniers.

25 Pour produire les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre: "Procédé et système pour fournir, selon un format standard, des informations

30 formatées à des moyens de traitement d'images." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour fournir, selon un format standard, des informations formatées IF à des moyens de traitement d'images, notamment des logiciels et/ou des composants. Les informations formatées IF sont liées aux défauts

35 d'une chaîne d'appareils P3. La chaîne d'appareils P3 comprend

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

21

notamment au moins un appareil de capture d'image 1 et/ou un appareil de restitution d'image 19. Les moyens de traitement d'images utilisent les informations formatées IF pour modifier la qualité d'au moins une image provenant ou destinée à la chaîne d'appareils P3. Les informations formatées IF comportent des données caractérisant des défauts P5 de l'appareil de capture d'image 1, notamment les caractéristiques de distorsion, et/ou des données caractérisant des défauts de l'appareil de restitution des images 19, notamment les caractéristiques de distorsion.

Le procédé comprend l'étape de renseigner au moins un champ du format standard avec les informations formatées IF. Le champ est désigné par un nom de champ. Le champ contenant au moins une valeur de champ.

Pour utiliser les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre: "Procédé et système pour modifier la qualité d'au moins une image provenant ou destinée à une chaîne d'appareils." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour modifier la qualité d'au moins une image provenant ou destinée à une chaîne d'appareils déterminée. La chaîne d'appareils déterminée comprend au moins un appareil de capture d'image 1 et/ou au moins un appareil de restitution d'image 19. Les appareils de capture d'image 1 et/ou les appareils de restitution d'image 19, progressivement mis sur le marché par des acteurs économiques distincts, appartiennent à un ensemble indéterminé d'appareils. Les appareils APP1 de l'ensemble d'appareils présentent des défauts P5 qui peuvent être caractérisés par des informations formatées. Le procédé comprend, pour l'image concernée, les étapes suivantes :

- l'étape de répertorier des sources d'informations formatées relatives aux appareils de l'ensemble d'appareils,
- l'étape de rechercher de manière automatique, parmi les informations formatées ainsi répertoriées, des informations

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

22

formatées spécifiques relatives à la chaîne d'appareils déterminée,

- l'étape de modifier de manière automatique l'image I au moyen de logiciels de traitement d'images et/ou de composants de traitement d'images en tenant compte des informations formatées spécifiques ainsi obtenues.

Pour utiliser les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la présente demande au nom de la société Vision IQ et sous le titre: "Procédé et système pour calculer une image transformée à partir d'une image numérique et d'informations formatées relatives à une transformation géométrique." Dans cette demande, il est décrit un procédé pour calculer une image transformée à partir d'une image numérique et d'informations formatées IF relatives à une transformation géométrique, notamment des informations formatées IF relatives aux distorsions et/ou aberrations chromatiques d'une chaîne d'appareils. Le procédé comprend l'étape de calculer l'image transformée à partir d'une approximation de la transformation géométrique. Il en résulte que le calcul est économe en ressource mémoire, en bande passante mémoire, en puissance de calcul et donc en consommation électrique. Il en résulte également que l'image transformée ne présente pas de défaut visible ou gênant pour son utilisation ultérieure.

Pour utiliser les informations formatées IF, on peut par exemple utiliser le procédé décrit dans la demande de brevet international déposée le même jour que la demande de brevet international de la présente invention sous le numéro au nom de la société Vision IQ sous le titre :
Procédé et système pour corriger les aberrations chromatiques d'une image couleur réalisée au moyen d'un système optique. Dans ce brevet, il est décrit un procédé pour corriger les aberrations chromatiques d'une image couleur composée de plusieurs plans couleurs numérisés. L'image couleur a été

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

23

réalisée au moyen d'un système optique. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de modéliser et de corriger, au moins en partie, des anomalies de géométrie des plans couleurs numérisés, de manière à obtenir des plans couleurs numérisés corrigés,
- l'étape de combiner les plans couleur numérisés corrigés, de manière à obtenir une image couleur corrigée, en totalité ou en partie, des aberrations chromatiques.

10 Caractéristique variable

On va maintenant décrire la notion de caractéristique variable. Selon l'invention, on appelle caractéristique variable un facteur mesurable et variable d'une image I à l'autre

- 15 capturée, modifiée ou restituée par un même appareil APPI, et ayant une influence sur le défaut P5 de l'image capturée, modifiée ou restituée par l'appareil APPI, notamment :
- une variable globale, fixe pour une image I donnée, par exemple une caractéristique de l'appareil APPI au moment de la capture ou de restitution de l'image liée à un réglage de l'utilisateur ou liée à un automatisme de l'appareil APPI,
- une variable locale, variable dans une image I donnée, par exemple des coordonnées x, y ou r, theta dans l'image, permettant d'appliquer le cas échéant un traitement
- 25 local différent selon la zone de l'image I.

N'est en général pas considéré comme une caractéristique variable : un facteur mesurable et variable d'un appareil APPI à l'autre mais fixe d'une image I à l'autre capturée, modifiée ou restituée par un même appareil APPI, par

- 30 exemple la focale pour un appareil APPI à focale fixe.

Les informations formatées IF peuvent dépendre d'au moins une caractéristique variable.

Par caractéristique variable, on peut entendre notamment:

- 35 - la focale de l'optique,

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

24

- le redimensionnement appliqué à l'image (facteur de zoom numérique : grossissement d'une partie de l'image ; et/ou le sous-échantillonnage : diminution du nombre de pixels de l'image),
 - 5 - la correction non linéaire de luminance, par exemple la correction de gamma,
 - le rehaussement de contour, par exemple le niveau de déflouage appliqué par l'appareil APPI,
 - le bruit du capteur et de l'électronique,
 - 10 - l'ouverture de l'optique,
 - la distance de mise au point,
 - le numéro de la vue sur un film,
 - la sur ou sous exposition,
 - la sensibilité du film ou du capteur,
 - 15 - le type de papier utilisé dans une imprimante,
 - la position du centre du capteur dans l'image,
 - la rotation de l'image par rapport au capteur,
 - la position d'un projecteur par rapport à l'écran,
 - la balance des blancs utilisée,
 - 20 - l'activation du flash et/ou sa puissance,
 - le temps de pose,
 - le gain du capteur,
 - la compression,
 - le contraste,
 - 25 - un autre réglage appliqué par l'utilisateur de l'appareil APPI, par exemple un mode de fonctionnement,
 - un autre réglage automatique de l'appareil APPI,
 - une autre mesure réalisée par l'appareil APPI.
 - 30 **Valeur de caractéristique variable**
- On va maintenant décrire la notion de valeur de caractéristique variable. On appelle valeur de caractéristique variable la valeur de la caractéristique variable au moment de
- 35 la capture, modification ou restitution d'une image déterminée.

Modèle paramétrable

Au sens de l'invention, on appelle modèle paramétrable
 5 ou modèle de transformation paramétrable ou transformation
 paramétrable un modèle mathématique pouvant dépendre des
 caractéristiques variables et relatif à un ou plusieurs défauts
 P5 de un ou plusieurs appareils APPl. Les informations formatées
 10 IF relatives à un défaut P5 d'un appareil peuvent se présenter
 sous la forme des paramètres d'un modèle paramétrable dépendant
 des caractéristiques variables.

Informations formatées liées aux distorsions géométriques

15 La figure 13a représente un organigramme mettant en
 œuvre :
 - un référentiel M qui peut être la scène de
 référence 9 précédente.
 - un support SC comportant une image. Dans le cas
 20 d'un système de capture d'images, la surface SC peut être celle
 d'un capteur (CCD par exemple), ou dans le cas d'un système de
 restitution d'images, cette surface peut être celle d'un écran
 de projection ou celle d'une feuille de papier d'une imprimante.
 - une surface de référence virtuelle SR (équivalente à
 25 la surface 10 précédente) comportant une référence virtuelle R
 ou image de référence virtuelle qui peut être une image de
 synthèse de la classe d'images de synthèse 7 précédente.
 L'image I (appelée précédemment image de référence 11)
 est obtenue à partir du référentiel M à l'aide d'un appareil
 30 APPl ou d'une chaîne d'appareils P3 sur un support SC qui peut
 être une surface de capteur. Une chaîne d'appareils est un
 ensemble d'appareils permettant d'obtenir une image. Par
 exemple, une chaîne d'appareils APpl/App2 /App3 pourra
 comprendre un appareil de capture d'images, un scanner, un
 35 appareil d'impression, etc.

L'image I comporte donc des défauts P5 et notamment des distorsions géométriques liées à ces appareils AP1.

La référence virtuelle R est déduite directement de M et doit être considérée comme parfaite ou comme quasi-parfaite.

5 Elle peut être identique ou quasi-identique à M ou au contraire présenter des différences comme on le verra ultérieurement.

A titre d'exemple, nous pouvons expliciter le lien entre le référentiel M et la surface de référence R de la manière suivante : A des points P_{P1} à P_{Pm} du référentiel M
10 correspondant des points de référence P_{R1} à P_{Rm} dans la référence virtuelle R de la surface de référence SR ainsi que des points caractéristiques images P_{T1} à P_{Tm} de l'image I du support SC.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, on
15 prévoit donc une étape de réalisation de l'image I à l'aide de l'appareil AP1 ou de la chaîne d'appareils P3.

Au cours d'une étape suivante, on choisit un certain nombre de points P_{Ti}, P_{Ri}. Ces points sont choisis en nombres limités et sont situés en des zones caractéristiques du
20 référentiel M, de l'image I et de la référence virtuelle R. Puis on établit une bijection entre les points P_{Ti} de l'image et les points P_{Ri} de la référence virtuelle. Ainsi, à chaque point P_{Ti} choisi, on fait correspondre un point P_{Ri} correspondant et réciproquement.

25 Au cours d'une autre étape, il est possible sans que cela soit obligatoire, de choisir des caractéristiques variables de l'appareil (ou de la chaîne d'appareils) AP1 parmi celles utilisées pour obtenir l'image I avec l'appareil AP1. Les caractéristiques variables d'un appareil ou d'une chaîne
30 d'appareils peuvent comprendre la focale de l'optique d'un appareil, le focus, l'ouverture, le numéro de la photo dans un ensemble de photos, le zoom numérique, les caractéristiques d'une capture partielle d'image (« crop » en terminologie anglo-saxonne), etc.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

27

L'ensemble des informations suivantes constitue un champ mesuré DH qui permettra d'être utilisé, par la suite, pour corriger une image :

5 - la bijection, c'est-à-dire l'ensemble des couples de points PT_i et PR_i choisis et se correspondant par la bijection précédente,

- l'ensemble des caractéristiques variables choisies.

Ces informations qui constituent un champ de mesure permettront d'obtenir des informations formatées mesurées.

10 Dans une variante de réalisation, on peut utiliser un logiciel de simulation de l'appareil, notamment un logiciel de simulation optique, ou un banc de mesure optique pour calculer les points PT_i à partir des points PR_i du référentiel M ou à partir des points PR_i d'un modèle du référentiel M.

15 La figure 14a représente une autre forme d'obtention d'un champ mesuré.

Sur cette figure 14a, on retrouve le référentiel M, la surface de référence SR et le support SC.

20 Comme précédemment, on procède à la réalisation de l'image I sur le support SC à l'aide d'un appareil AEP3. Puis, on réalise la bijection décrite précédemment.

Ensuite, on établit une projection mathématique et de préférence une homographie entre un point du support SC et un point de la surface de référence SR.

25 Sur la figure 14b, on voit que, pour chaque point PR_j de la surface de référence, on peut obtenir un point $H(PR_j)$ de l'image par projection mathématique. De préférence, pour deux points PR_j et PT_j d'un couple liés par bijection, on a un point $H(PR_j)$, projection mathématique de PR_j sur le support SC.

30 Dans ces conditions, on obtient un champ mesuré plus complet en ajoutant aux informations du champ les formules de projection mathématique établies.

Un champ mesuré DH comporte donc :

35 - les caractéristiques variables choisies éventuellement ;

- pour différents points de référence PR, la projection mathématique $H(PR_j)$ du point de référence PR_j sur le support SC fournissant ainsi un nouveau point $H(PR_j)$ associé au point PT_j correspondant par bijection. On a ainsi dans le champ mesuré une série de couples de points liés par bijection, dans chaque couple, un point étant la projection mathématique de l'autre point du couple.

Le champ mesuré DH peut donc être également constitué:

- des caractéristiques variables choisies ;
- des couples constitués chacun d'un point PT de la surface de référence et d'un point $H(PR)$ représentant la projection mathématique du point PR lié par bijection au point PT du support SC .

Le champ mesuré DH d'une image ainsi obtenu peut comporter en facteur les caractéristiques variables pour l'ensemble des couples de points obtenus de façon à réaliser un gain de place en mémoire.

Selon une autre variante de l'invention, le champ mesuré DH peut être constitué :

- des caractéristiques variables choisies ;
- des couples de points PT et des projections mathématiques de points PR (liés par bijection aux points PT) sur le support SC ;
- et des couples de points PR et des projections mathématiques de points PT (liés par bijection aux points PR) sur la surface de référence SR.

Comme précédemment, le champ mesuré DH permet d'obtenir des informations formatées mesurées.

Les exemples de procédés et systèmes précédents représentés par les figures 13a à 14b permettent d'obtenir un champ de mesures appelé champ mesuré DH et constitué d'autant d'ensembles d'informations qu'on a choisi de points de l'image I et de la référence virtuelle R.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

29

Avec ce champ mesuré pour l'image I, on constitue un ensemble d'informations formatées mesurées IFM. Une information formatée mesurée d'un point PTj, comprendra donc par exemple :

- les caractéristiques fixes du ou des appareils
5 utilisés ;
- les caractéristiques variables choisies ;
- la position en X et Y du point dans l'image PTj ;
- la projection mathématique du point PRj correspondant par bijection.

- 10 On notera qu'une projection mathématique particulière qu'il est possible d'utiliser, par exemple dans les scanners, est l'identité.

- L'exploitation du système conduira à être obligé de traiter un grand nombre de points et donc un grand nombre
15 d'informations. Pour assouplir le fonctionnement du système, accélérer le traitement et/ou être robuste aux erreurs de mesures, le procédé et système représenté par les figures 15a et 15b prévoient de déduire, à partir des informations formatées mesurées IFMi à IFMn des informations formatées étendues IFEI à IFEp appartenant à une surface pouvant être représentée par une
20 fonction choisie dans un espace de dimension limitée comme par exemple un polynôme d'ordre limité choisi parmi la classe des polynômes de degrés fini, ou une fonction spline de degrés approprié.

- 25 Les figures 15a et 15b représentent des exemples simplifiés correspondant à des cas où l'information formatée mesurée n'est fonction que d'une seule variable. L'invention est applicable de la même façon lorsque l'information formatée est fonction de plusieurs variables, ce qui est généralement le
30 cas.

Les figures 15a et 15b représentent des exemples simplifiés correspondant à des cas où l'information formatée mesurée est un scalaire et n'est fonction que de deux variables (X, Y). L'invention est applicable de la même façon lorsque

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

30

L'information formatée est vectorielle et est fonction de plus de deux variables, ce qui est généralement le cas.

Sur la figure 15b, on a représenté dans le plan IM les différentes coordonnées des points d'une image. Au point de coordonnées X_1, Y_1 , on trouve l'information formatée mesurée IFM₁. A chaque point du plan IM on a donc une information formatée de valeur particulière. L'invention consiste à calculer un modèle paramétrable, tel qu'une surface polynomiale SP. Une façon particulière de calculer SP peut être de calculer cette surface, en passant par toutes les extrémités des informations formatées mesurées ou en passant à proximité. Une autre façon de procéder pourrait être de préserver des caractéristiques géométriques (non forcément euclidiennes) d'un sous ensemble des points de M telles que l'alignement de points selon un ligne droite, ou toute courbe de paramétrisation déterminée. Dans ces conditions, lors du traitement d'une image, au lieu d'avoir recours à un grand nombre d'informations formatées mesurées, le système pourra utiliser un modèle paramétrable.

La difficulté est de trouver une surface SP passant par tous les points ou à proximité de tous ces points. On prévoit d'admettre qu'il puisse exister un écart EC entre une information formatée mesurée IFM et une information formatée étendue IFE. De plus, on décide qu'un tel EC ne doit pas excéder un certain seuil δS . Dans ces conditions, il conviendra de faire passer une surface polynomiale par tous les points d'informations formatées mesurées $IFM \pm \delta S$.

Le choix de ce seuil sera fait en adéquation avec les erreurs de prise de vue, les erreurs de mesures, le niveau de précision requis pour la correction, etc.

Le procédé et le système mis en oeuvre pourront prévoir d'utiliser un nombre déterminé de modèles paramétrables pouvant s'écrire par exemple sous la forme de polynômes. On prévoit de classer ces modèles par ordre de complexité croissante.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

31

Ensuite, possédant un ensemble d'informations mesurées, on teste chaque modèle en partant de préférence du modèle le plus simple (le polynôme d'ordre le plus faible) jusqu'à obtenir un modèle qui définisse, à l'intersection de la surface polynomiale et de la direction de chaque information formatée mesurée, une information formatée étendue dont l'écart EC avec l'information formatée mesurée soit inférieur au seuil ds.

Le procédé et système schématisés par les figures 15a et 15b sont destinés à obtenir des informations formatées mesurées étendues. Cependant, l'invention pourrait se limiter à n'utiliser comme informations formatées que les informations formatées mesurées. On peut également prévoir d'utiliser, pour les informations formatées, les informations formatées mesurées et les informations formatées mesurées étendues.

Quoiqu'il en soit, on peut prévoir également d'associer aux informations formatées, les écarts EC trouvés entre informations formatées mesurées et informations formatées étendues. Les informations formatées peuvent ainsi être utilisées par des logiciels de traitement d'images pour obtenir des images dont la distorsion géométrique résiduelle est connue que ce soit pour des images capturées par un appareil de capture d'images ou pour des images restituées par un appareil de restitution d'images.

En se reportant aux figures 16a et 16b, on va maintenant décrire une variante de calcul du champ mesuré D(H) d'une image I.

Selon l'organigramme de l'algorithme AC2 de la figure 16a, disposant d'un référentiel M, tel que celui de la figure 14a, on procède au cours d'une première étape ET2.1 à la capture de ce référentiel M à l'aide de l'appareil APP3. On obtient l'image I sur le support SC. On dispose par ailleurs d'une référence virtuelle R sur une surface de référence SR. Cette référence virtuelle R représente en principe, de façon exacte ou quasi exacte, le référentiel M.

Au cours de l'étape ET2.2, on établit une bijection entre les points caractéristiques image PT de l'image I du support SC et les points de référence PR de la référence virtuelle R de la surface de référence SR (voir également figure 14a).

Au cours de l'étape ET2.3, on choisit une projection mathématique telle qu'une homographie entre différents points du support SC (ou de l'image I) et différents points de la surface de référence SR (ou de la référence virtuelle R).

Au cours de l'étape ET2.4, on calcule pour chaque point caractéristique image PT ou pour chaque point de référence PR, un vecteur caractérisant le défaut de distorsion géométrique. La figure 16b illustre, par un exemple d'implémentation réalisable, cette étape du procédé. On trouve sur cette figure différentes valeurs de points de référence PR répartis sur la surface de référence SR. On associe à chaque point PR la projection mathématique H(PT) du point PT associé par bijection à PR. On calcule, pour chaque point, le vecteur VM ayant pour origine PR et pour extrémité H(PT).

Au cours de l'étape ET2.5, on calcule le champ mesuré.

Ce champ DM, qui peut également être appelé champ de vecteurs mesurés, est constitué :

- des couples de points PT et PR choisis associés par bijection ;

- du vecteur calculé pour chaque point.

Le champ DM peut être également plus simplement constitué :

- du point de référence PR de SR et/ou du point caractéristique image PT de SC et/ou de la projection mathématique du point de référence PR sur SC (ou inversement de la projection du point caractéristique image PT sur SR),

- et du vecteur calculé précédemment et associé à ce point.

Le champ mesuré DM peut comprendre également des caractéristiques variables de l'appareil APE1 (APE2).

Le champ DH peut aussi être constitué d'une approximation des informations mesurées. En effet, pour obtenir un gain de place et/ou de temps de calcul, on peut quantifier l'information formatée mesurée à l'aide d'un nombre limité de bits (3 bits par exemple).

Il est à noter que lors de l'étape ET2.4, le vecteur VM calculé peut être celui ayant pour origine la projection mathématique $M(PT)$ du point PT sur la surface SR et pour extrémité le point PR.

Ou bien, le vecteur VM peut être celui ayant pour origine le point caractéristique PT et pour extrémité la projection mathématique du point PR associé par bijection. Inversement, le vecteur VM peut être celui ayant pour origine la projection mathématique d'un point PR associé par bijection à un point PT et, pour extrémité, ce point PT ou tout autre combinaison mettant en œuvre lesdits points..

Dans ce qui précède, on a vu qu'une information formatée pouvait contenir des caractéristiques variables. En fait, il pourra s'agir d'une combinaison de caractéristiques variables telle que par exemple une combinaison de la focale, de la mise au point, de l'ouverture de diaphragme, de la vitesse de capture, de l'ouverture, etc. Il est difficilement pensable de calculer les informations formatées relatives aux différentes combinaisons d'autant que certaines caractéristiques de la combinaison peuvent varier de façon continue telles que notamment la focale et la distance.

L'invention prévoit, comme cela est représenté en figure 17, de calculer par interpolation les informations formatées à partir d'informations formatées mesurées pour des combinaisons de caractéristiques variables connues.

Par exemple, sur la représentation simplifiée de la figure 17, chaque plan contient les informations formatées mesurées d'une image pour une valeur de combinaisons déterminée. Par exemple, le plan $f=2$ correspond à la combinaison « focale=2, distance=7, vitesse de capture=1/100 ». Le plan $f=10$ correspond

à la combinaison « focale=10, distance=7, vitesse de capture=1/100 ». Le plan $f=50$ correspond à la combinaison « focale=50, distance=7, vitesse de capture=1/100 ».

Pour un point PQT quelconque du support ou PQR
5 quelconque de la surface de référence, dont les caractéristiques variables contiennent entre autre la combinaison : « focale=25, distance=7 et vitesse de capture=1/100 », on interpole une valeur d'information formatée étendue entre les deux plans $f=10$ et $f=50$ de la figure 17 et notamment, si on suppose que les
10 plans de la figure 17 représentent les informations formatées mesurées de points PT de l'image, entre les deux points PT(10) et PT(50) des plans $f=10$ et $f=50$.

Un exemple de réalisation de l'invention mettra donc en œuvre le calcul d'un champ mesuré tel que cela a été décrit
15 en relation avec les figures 13 ou 14 puis le calcul d'informations formatées comme cela a été décrit en relation avec les figures 15a à 16b. Ces différents calculs et les étapes correspondantes seront effectués pour différentes combinaisons de caractéristiques variables et/ou pour différentes
20 combinaisons avec une valeur associée. Ensuite, pour un point quelconque (PQT ou PQR) ou un ensemble de points quelconques d'une image I capturée à l'aide d'une combinaison quelconque mais connue, on interpole des informations formatées étendues entre deux plans d'informations formatées mesurées.

25 Sur la figure 17, on considère un cas où le point dont on veut calculer l'information formatée avait les mêmes coordonnées X et Y que des points dont on connaissait les informations formatées mesurées.

La figure 18 représente un cas où on cherche
30 l'information formatée mesurée d'un point quelconque PQRi ou PQTi situé entre les plans $f=10$ et $f=50$ et dont les coordonnées ne correspondent pas aux coordonnées des points des plans $f=10$ et $f=50$.

35 A chaque point, on affecte un argument Ai contenant au moins les coordonnées Xi et Yi du point ainsi que les

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

35

caractéristiques d'une combinaison de caractéristiques variables.

Le plan f=2 correspond à une combinaison C1.0 de caractéristiques variables. Le plan f=10 correspond à une combinaison C2.0 et le plan f=50 correspond à une combinaison Cm.0.

Chaque point du plan f=2 a pour argument :

« coordonnées X, Y ; combinaison C1.0 ».

Le point PQR_i ou QQT_i dont on cherche l'information

10 formatée a pour argument :

« coordonnées Xi, Yi ; combinaison Ci ».

Dans ces conditions, le procédé et système réaliseront par exemple une interpolation entre les informations formatées mesurées des plans f=10 et f=50.

15 Pour un point quelconque PQT/PQR , il suffit de réinjecter par exemple l'argument (X, Y, focale, distance, ouverture, iso, vitesse, flash, etc.) relatif à ce point au sein du modèle paramétrable pour trouver les informations formatées relatives à ce point.

20 Une façon efficace de calculer l'homographie entre la surface de référence SR et la surface support SC peut être réalisée en choisissant sur le support SC et sur la surface de référence SR, quatre points PTm1 à PTm4 et PRm1 à PRm4 se correspondant par bijection et étant par exemple aux limites périphériques du support SC et de la surface de référence SR. 25 Les positions de ces points sont choisies par exemple de façon à maximiser les surfaces comprises entre ces points.

De plus, comme représenté sur la figure 19c, les positions de ces points sont telles que l'intersection des diagonales des quadrilatères définis par ces points se trouve au 30 centre ou proche du centre des quadrilatères.

Ensuite, on calcule une projection mathématique (homographie par exemple) permettant de transformer les quatre points caractéristiques PTm.1 à PTm.4 en les quatre points de 35 référence PRm.1 à PRm.4.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

36

Cette projection mathématique sera associée aux informations formatées de l'image.

Ces informations formatées pourront être utilisées dans un logiciel de traitement d'images pour corriger les distorsions géométriques de perspectives ou pour restituer des images avec un faible changement de perspective.

Une autre façon de choisir les quatre points $PTm.1$ à 4 et $PRm.1$ à 4 consiste à prendre dans l'image I quatre points $PTm.1$ à 4 de sorte qu'ils forment un quadrilatère qui soit le plus proche possible, à un facteur d'échelle près, au quadrilatère formé par les points $H(PRm.1$ à 4) projections mathématiques des points $PRm.1$ à 4 correspondants par bijections aux points $PTm.1$ à 4.

En se reportant aux figures 20a à 20d, on va décrire des procédés de calcul d'informations formatées relatives à des images couleurs. Une image couleur peut être considérée comme étant constituée de plusieurs images monochromes. Classiquement, on peut considérer qu'une image couleur est une image trichrome constituée de trois images monochromes (rouge, vert, bleu). On sait qu'en optique, les distorsions induites par les optiques et les milieux de transmission de la lumière induisent des effets différents sur les différentes longueurs d'onde. Dans une image trichrome, le même défaut physique d'un appareil induira donc des distorsions différentes sur l'image véhiculée par la lumière à la longueur d'onde du rouge, sur celle véhiculée à la longueur d'onde du vert et sur celle véhiculée à la longueur d'onde du bleu.

Comme représentée en figure 20a, à partir d'un référentiel M trichrome, auquel correspond une référence virtuelle R quasiment identique, correspondra dans l'image I trois images R, V et B superposées qu'on a représentées séparément sur les plans SCR, SCV et SCB. Les trois images IR, IV et IB présentent des distorsions différentes ce qui donne une image trichrome qui présente à la fois de la distorsion géométrique et des aberrations chromatiques.

La figure 20b représente le principe du procédé et système permettant d'obtenir des informations formatées qui permettront à un logiciel de traitement d'images de corriger les distorsions et/ou les aberrations chromatiques.

5 Selon ce procédé et système pour chaque point trichrome de l'image, on va calculer une information formatée par couleur. On va donc considérer qu'il convient de corriger autant d'images monochromes qu'il y a de couleurs. Dans l'exemple trichrome, les calculs seront faits comme si on avait
10 trois images à corriger.

Pour le calcul des informations formatées des trois images IR, IV et IB, on utilise les mêmes procédés et systèmes que ceux décrits en relation avec les figures 13a à 19c.

15 Selon la figure 20b, on a représenté la surface SR avec une référence virtuelle R comportant des points trichromes PR(RVB) ainsi que la décomposition de l'image I en trois images monochromes IR, IV, IB comportant chacune des points d'une seule couleur PTR, PIV, PTB.

20 Une façon de calculer les informations formatées relatives à un point trichrome, est d'utiliser la même référence virtuelle R pour les trois plans couleurs. On utilise alors trois projections mathématiques : une projection mathématique HR pour le point rouge PTR, une projection HV pour le point vert PIV et une projection HB pour le point bleu PTB, comme cela est
25 représenté en figure 20b.

Une seconde façon de procéder pour le calcul des informations formatées relative à un point trichrome, est d'utiliser au choix une seule image monochrome IR ou IV ou IB à partir de laquelle on calcul une seule projection mathématique
30 HR ou HB ou HV. Par exemple, les informations formatées sont extraites uniquement de l'image IR et on gardera ces informations formatées pour les images verte et bleu. Cette façon de procéder est économe en temps de calcul et en place mémoire.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

38

Les informations formatées ainsi obtenues permettront ainsi de corriger les distorsions géométriques.

Une autre façon de procéder, selon la figure 20c est d'utiliser la même référence virtuelle R et de calculer pour
5 chaque plan couleur des informations formatées en utilisant une même projection mathématique définie au choix sur un des plans monochromes. Par exemple, on ne calcule que la projection mathématique $H(R)$ relative au point rouge. Ensuite, on applique cette projection mathématique aux trois points rouge, vert et
10 bleu pour calculer les informations formatées de ces trois points. Dans ce cas, on permettra à un logiciel de traitement d'image de corriger à la fois les distorsions géométriques et les aberrations chromatiques de l'image.

Une autre façon de procéder représentée par la figure
15 20d consiste :

- Pour l'image d'une couleur déterminée, l'image rouge IR par exemple, à calculer les informations formatées en utilisant une référence virtuelle R supposée parfaite et une projection mathématique $H(R)$ des points de la référence
20 virtuelle sur la surface de l'image rouge IR, ce qui permettra de corriger les distorsions de l'image rouge.

- Pour les images des autres couleurs, les images verte et bleue IV et IB par exemple, à utiliser comme référence virtuelle R', l'image de couleur précédente, l'image rouge IR selon l'exemple pris, et à réaliser une même projection
25 mathématiques $H(IR)$ des points de cette image rouge sur les surfaces des images verte IV puis bleue IB. De préférence, cette projection mathématique sera une identité (ou projection par identité) des points de l'image rouge sur les images verte et
30 bleue. De cette façon on pourra supprimer les différences (aberrations chromatiques) entre les images rouge, verte et bleue. Les informations formatées des points des images verte et bleue pourront donc comporter la projection mathématique des points de la référence virtuelle R sur l'image rouge ainsi que
35 la projection mathématiques (identité) de l'image rouge sur les

images verte et bleue respectivement. Cette façon de procéder peut permettre le cas échéant de ne corriger que les distorsion seule si on n'utilise que les informations formatées extraites de l'image rouge, que le chromatisme seul si on n'utilise que
5 les informations formatées relatives aux images verte et bleue, ou les deux phénomènes simultanément si on utilise l'ensemble des informations formatées.

Il est également à noter dans la description précédente que le choix des seuils pour chaque modèle
10 paramétrable relatif aux aberrations chromatiques pourra se faire de façon différente à celui relatif à la distorsion géométrique de manière à obtenir plus ou moins de précision sur la compensation de ce défaut.

Il est à noter que le choix des projections
15 mathématiques peut ne se faire que pour une partie de l'image. Par exemple, si l'image I et la référence virtuelle R ont des formes telles que représentées en figure 22, et que l'on veut restituer à l'image un effet de perspective, la projection mathématique des points PR sur
20 le support SC pourra n'utiliser que quatre points PT1 à PT4 et PR1 à PR4 qui suffisent à définir une homographie. Les autres points de l'image suivront ensuite cette projection mathématique en vue d'obtenir une image présentant un effet de perspective telle que l'image ICI représentée en
25 figure 22. Ce choix de la projection mathématique peut être généralisé de manière à obtenir un effet particulier sur l'image qui sera corrigée par les logiciels de traitement à l'aide des informations formatées ainsi calculées.

Il est à noter que pour la correction de distorsions,
30 on a utilisé les informations chromatiques, mais on pourrait également utiliser les informations de luminance.

Dans ce qui précède, on a considéré que la référence virtuelle R était quasiment identique au référentiel M. Si on considère que la référence virtuelle R est exactement identique
35 au référentiel M, on pourra calculer des informations formatées

qui permettront de corriger l'image I pour qu'elle soit la réplique exacte du référentiel M.

On peut prévoir, comme cela est représenté en figure 21 que la référence virtuelle R est déformée par rapport au référentiel M. Par exemple, la référence virtuelle a une forme trapézoïdale alors que le référentiel M a une forme rectangulaire. Les informations formatées qu'on obtiendra permettront de corriger l'image I pour induire une déformation en forme de trapèze sur l'image corrigée. Un exemple d'application d'une telle disposition se trouve dans les rétroprojecteurs où on va pouvoir corriger la déformation bien connue induite par ces appareils lors des projections du fait que l'axe du faisceau de projection n'est pas perpendiculaire au plan de l'écran.

On peut également déformer la référence virtuelle par des distorsions pour induire des caractéristiques voire des défauts obtenus avec d'autres appareils que ceux obtenus par les appareils ayant permis de faire l'image I. On pourra, par exemple, induire dans la référence virtuelle des caractéristiques d'appareils perfectionnés ou au contraire d'appareils anciens pour donner un aspect particulier à l'image corrigée. Les informations formatées, les informations formatées mesurées, ou les informations formatées mesurées étendues et obtenues avec une telle référence virtuelle intègrent les distorsions que l'on a induites dans la référence virtuelle., de sorte que les informations formatées et/ ou les informations formatées mesurées peuvent être utilisées par des logiciels de traitement d'images capturées par un premier appareil de capture d'image, pour obtenir des images de qualité comparable en terme de distorsions, à celle d'un deuxième appareil de capture d'image. Cette technique est également applicable à la restitution d'image en considérant qu'un logiciel de traitement d'images peut alors restituer une image à l'aide d'un premier appareil de restitution de qualité comparable en terme de

WO 63/007237

PCT/FR02/01906

41

distorsion à celle fournie par un deuxième appareil de restitution.

Par ailleurs, on peut prévoir que les informations formatées obtenues, lorsqu'elles seront utilisées par un logiciel de traitement d'image, conduiront à avoir sur le pourtour de l'image corrigée des zones non traitées. Par exemple, une image non corrigée I représentée en figure 23a pourra donner une image corrigée Ic telle que représentée en figure 23b et qui possède des zones non traitées ZN représentées en noir sur la figure 23b.

Les informations formatées pourront donc être préalablement modifiées pour obtenir un effet d'agrandissement Ic' tel que cela est représenté en figure 23c de façon à éliminer les zones non traitées.

De manière pratique lors du calibrage et lors du calcul des informations formatées, on prévoira avantageusement de réaliser les calculs et de faire porter les procédés décrits sur plusieurs images, puis ensuite de faire une moyenne des résultats obtenus en éliminant auparavant, si besoin est, les résultats qui paraissent aberrants.

Par ailleurs, dans le cas de combinaisons faisant intervenir des caractéristiques variables pouvant prendre un grand nombre de valeurs, on peut prévoir de limiter le nombre de combinaisons. Pour cela, pour ces caractéristiques variables, on prévoit de procéder à une analyse en composante principale. Il s'agit de rechercher une ou des directions particulières des composantes correspondant à ces caractéristiques variables pour lesquelles on a des distorsions sensibles. Pour d'autres directions, quelles que soient les autres caractéristiques variables, on constatera probablement qu'on a peu ou pas de variation de distorsion. On ne prendra donc pas en compte ces autres directions.

Dans la ou les directions privilégiées, on choisit le nombre d'images de référence selon différents critères, comme

par exemple le fait de pouvoir prédire à la précision souhaitée la n+1 ème combinaison en fonction des n premières combinaisons.

Dans la description qui précède, on a considéré que l'image est constituée de points et on fait porter les traitements des procédés et systèmes décrits sur des points. Cependant, sans sortir du cadre de l'invention, les procédés et systèmes décrits pourraient traiter des ensembles de points formant des éléments et représentant des motifs (pastilles, etc.).

Dans le cas l'appareil ou la chaîne d'appareils possède une caractéristique variable qui ne peut posséder qu'un nombre réduit de valeurs discrètes (trois valeurs discrètes de focale par exemple), on a intérêt en terme de précision à mettre en œuvre, selon l'exemple pris, trois fois le processus à focale fixe plutôt que d'utiliser une surface polynomiale approximante qui inclurait la focale comme paramètre.

Le champ d'application du dispositif peut couvrir le champ d'application relatif à la qualité des images, étant entendu que la qualité des images peut, entre autre, se mesurer en terme de distorsion résiduelle qu'elles incluent. L'invention s'applique également au domaine de la mesure à partir de la vision par ordinateur connue sous l'expression « métrologie par vision ».

Par ailleurs, l'invention peut être utilisée pour calculer la valeur de la focale qui a été utilisée pour capturer une image. En effet, l'homme du métier, à partir d'une image exempte de distorsions radiales parce que corrigée, peut utiliser les propriétés géométriques des points de fuite comme décrit dans l'article G.-Q. WEI et al, « Camera Calibration by Vanishing Point and Cross Ratio », publié dans IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing, pages 1630-1633, Glasgow, Grande Bretagne, Mai 1989. Cela permettra d'obtenir la distance focale du dispositif de capture ou de restitution d'image ainsi que la position sur le support SC d'image de l'intersection de l'axe optique avec ce

support. Ces informations peuvent être utilisées par exemple dans des applications telle que la métrologie par vision.

Par ailleurs, il est à noter que la connaissance du référentiel M est définie à une homographie près, que le dispositif de capture et ou restitution d'image ne requiert aucune contrainte d'orthogonalité au moment de la prise de vue. Les positions des points PT ne sont pas nécessairement placées sur des formes régulières (ligne ou cercle) et peuvent parfaitement avoir une distribution aléatoire. De plus leur position relative peut n'être connue qu'à un facteur d'échelle près.

Si l'invention est mise en oeuvre dans le cas d'une chaîne d'appareils comportant plusieurs appareils, par exemple un projecteur et un appareil photo, ou par exemple une imprimante et un scanner et que l'un des appareils, par exemple l'appareil photo ou le scanner ne présente pas ou peu de défaut de distorsion, le procédé et système produisent des informations formatées relatives à l'autre appareil uniquement. Il s'agit d'une méthode pratique pour produire des informations formatées relatives à un appareil de restitution d'image, en utilisant un appareil de capture d'image sans défaut ou dont les défauts sont préalablement mesurés et corrigés.

Si l'invention est mise en oeuvre dans le cas d'une chaîne d'appareils comportant plusieurs appareils, par exemple un appareil photo et un scanner, le procédé et système produisent des informations formatées relatives aux deux appareils. Il s'agit d'une méthode pratique pour permettre la correction des défauts d'un appareil photo sans pour autant connaître les défauts du scanner, dans le cas où les images utilisées par le présent procédé et système et par les moyens de traitement d'image ont été scannées avec le même appareil.

Variante de réalisation

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

44

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture :

- des définitions, ci-après explicitées, des termes techniques employés illustrés en se référant aux exemples indicatifs et non limitatifs des figures 1 à 12,
- de la description des figures 1 à 12.

Scène

- 10 On appelle scène 3 un lieu dans l'espace à trois dimensions, qui comprend des objets 107 éclairés par des sources lumineuses.

Appareil de capture d'image, Image, Capture d'image

- 15 On va maintenant décrire en se référant aux figures 3 et 7, ce que l'on entend par appareil de capture d'image 1 et image 103. On appelle appareil de capture d'image 1, un appareil constitué d'une optique 100, d'un ou de plusieurs capteurs 101, 20 d'une électronique 102, d'une zone mémoire 16. Ledit appareil de capture d'image 1 permet à partir d'une scène 3 d'obtenir des images numériques fixes 103 ou animées enregistrées dans la zone mémoire 16 ou transmises à un dispositif externe. Des images animées sont constituées d'une succession dans le temps, 25 d'images fixes 103. Ledit appareil de capture d'image 1 peut prendre la forme notamment d'un appareil photo, d'un caméscope, d'une caméra reliée ou intégrée à un PC, d'une caméra reliée ou intégrée à un assistant personnel, d'une caméra reliée ou intégrée à un téléphone, d'un appareil de visioconférence ou 30 d'une caméra ou appareil de mesure sensible à d'autres longueurs d'onde que celles de la lumière visible comme par exemple une caméra thermique.

On appelle capture d'image le procédé consistant en le calcul de l'image 103 par l'appareil de capture d'image 1.

Dans le cas où un appareil comporte plusieurs sous-ensembles interchangeables, en particulier une optique 100, on appelle appareil de capture d'image 1, une configuration particulière de l'appareil.

5

Moyen de restitution d'image, Image restituée, Restitution d'image

On va maintenant décrire en se référant à la figure 2 ce que l'on entend par moyen de restitution d'image 19. Un tel moyen de restitution d'image 19 peut prendre la forme notamment d'un écran de visualisation, d'un téléviseur, d'un écran plat, d'un projecteur, de lunettes de réalité virtuelle, d'une imprimante.

15 Un tel moyen de restitution d'image 19 comprend :

- une électronique,
- une ou plusieurs sources de lumière, d'électrons ou d'encre,
- un ou plusieurs modulateurs : dispositifs de modulation de lumière, d'électrons ou d'encre,
- un dispositif de focalisation, se présentant notamment sous la forme d'une optique dans le cas d'un projecteur lumineux, ou sous la forme de bobines de focalisation de faisceau électronique dans le cas d'un écran à tube cathodique, ou sous la forme de filtres dans le cas d'un écran plat,
- d'un support de restitution 190 se présentant notamment sous la forme d'un écran dans le cas d'un écran à tube cathodique, d'un écran plat ou d'un projecteur, sous la forme d'un support d'impression sur lequel l'impression est effectuée dans le cas d'une imprimante, ou sous la forme d'une surface virtuelle dans l'espace dans le cas d'un projecteur à image virtuelle.

20

25

30

Ledit moyen de restitution d'image 19 permet à partir d'une image 103 d'obtenir une image restituée 191 sur le support de restitution 190.

Des images animées sont constituées d'une succession
5 dans le temps, d'images fixes.

On appelle restitution d'image le procédé consistant en l'affichage ou l'impression de l'image par le moyen de restitution d'image 19.

Dans le cas où un moyen de restitution 19 comporte
10 plusieurs sous-ensembles interchangeables ou pouvant se déplacer: relativement l'un par rapport à l'autre, en particulier le support de restitution 190, on appelle moyen de restitution d'image 19 une configuration particulière.

15 Surface du capteur, Centre optique, Distance focale

On va maintenant décrire en se référant à la figure 1 ce que l'on appelle surface du capteur 110.

On appelle surface du capteur 110, la forme dans
20 l'espace dessinée par la surface sensible du capteur 101 de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la capture d'image. Cette surface est généralement plane.

On appelle centre optique 111 un point dans l'espace associé à l'image 103 au moment de la capture d'image. On
25 appelle distance focale la distance entre ce point 111 et le plan 110, dans le cas où la surface du capteur 110 est plane.

Pixel, Valeur de pixel, Temps de pose

On va maintenant décrire, en se référant à la figure 3, ce que l'on entend par pixel 104 et valeur de pixel.

On appelle pixel 104, une zone élémentaire de la surface du capteur 110 obtenue en créant un pavage généralement régulier, de ladite surface du capteur 110. On appelle valeur de
35 pixel, un nombre associé à ce pixel 104.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

47

Une capture d'image consiste à déterminer la valeur de chaque pixel 104. L'ensemble de ces valeurs constitue l'image 103.

Lors d'une capture d'image, la valeur de pixel est obtenue par l'intégration sur la surface du pixel 104, pendant une période de temps appelée temps de pose, d'une partie du flux lumineux provenant de la scène 3 à travers l'optique 100 et par conversion du résultat de cette intégration en valeur numérique. L'intégration du flux lumineux et/ou la conversion du résultat de cette intégration en valeur numérique sont effectuées au moyen de l'électronique 102.

Cette définition de la notion de valeur de pixel s'applique au cas des images 103 en noir et blanc ou en couleur, qu'elles soient fixes ou animées.

Cependant, selon les cas, la partie du flux lumineux concernée est obtenue de diverses façons :

a) Dans le cas d'une image 103 en couleurs, la surface du capteur 110 comporte généralement plusieurs types de pixels 104, respectivement associés à des flux lumineux de longueurs d'onde différentes, tels que par exemple des pixels rouges, verts et bleus.

b) Dans le cas d'une image 103 en couleurs, il peut également y avoir plusieurs capteurs 101 juxtaposés qui reçoivent chacun une partie du flux lumineux.

c) Dans le cas d'une image 103 en couleurs, les couleurs utilisées peuvent être différentes de rouge, vert et bleu, comme par exemple pour la télévision NTSC américaine, et peuvent être en nombre supérieur à trois.

d) Enfin, dans le cas d'une caméra de télévision à balayage dit entrelacé, les images animées produites sont constituées d'une alternance d'images 103 comportant les lignes paires, et d'images 103 comportant les lignes impaires.

Configuration utilisée, Réglages utilisés, Caractéristiques utilisées

35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

48

On appelle configuration utilisée la liste des sous-ensembles amovibles de l'appareil de capture d'image 1, par exemple l'optique 100 effectivement montée sur l'appareil de capture d'image 1 si elle est interchangeable. La configuration utilisée est caractérisée notamment par :

- le type de l'optique 100,
- le numéro de série de l'optique 100 ou toute autre désignation.

10 On appelle réglages utilisés :

- la configuration utilisée telle que définie ci-dessus, ainsi que

- la valeur des réglages manuels ou automatiques disponibles dans la configuration utilisée et ayant un impact sur le contenu de l'image 103. Ces réglages peuvent être effectués par l'utilisateur, notamment à l'aide de boutons, ou calculés par l'appareil de capture d'image 1. Ces réglages peuvent être stockés dans l'appareil, notamment sur un support amovible, ou sur tout dispositif connecté à l'appareil. Ces réglages peuvent inclure notamment les réglages de focalisation, de diaphragme, et de focale de l'optique 100, les réglages de temps de pose, les réglages de balance des blancs, les réglages de traitement d'image intégrés comme le zoom numérique, la compression, le contraste,

25 On appelle caractéristiques utilisées 74 ou jeu de caractéristiques utilisées 74 :

a) Des paramètres liés aux caractéristiques techniques intrinsèques de l'appareil de capture d'image 1, déterminées au moment de la conception de l'appareil de capture d'image 1. Par exemple, ces paramètres peuvent comprendre la formule de l'optique 100 de la configuration utilisée impactant les défauts géométriques et le piqué des images capturées ; la formule de l'optique 100 de la configuration utilisée inclut notamment la forme, la disposition et le matériau des lentilles de l'optique 100.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

49

Ces paramètres peuvent en outre comprendre :

- la géométrie du capteur 101, à savoir la surface du capteur 110 ainsi que la forme et la disposition relative des pixels 104 sur cette surface,
- 5 - le bruit généré par l'électronique 102,
- la loi de conversion flux lumineux en valeur de pixel.
- b) Des paramètres liés aux caractéristiques techniques intrinsèques de l'appareil de capture d'image 1, déterminées au moment de la fabrication de l'appareil de capture d'image 1, et notamment :
- 10 - le positionnement exact des lentilles dans l'optique 100 de la configuration utilisée,
- le positionnement exact de l'optique 100 par rapport au capteur 101.
- 15 c) Des paramètres liés aux caractéristiques techniques de l'appareil de capture d'image 1, déterminées au moment de la capture de l'image 103 et notamment :
- la position et l'orientation de la surface du capteur 110 par rapport à la scène 3,
- 20 - les réglages utilisés,
- les facteurs extérieurs, tels que la température, s'ils ont une influence.
- d) Les préférences de l'utilisateur, notamment la température de couleur à utiliser pour la restitution d'images. Ces préférences sont par exemple sélectionnées par l'utilisateur à l'aide de boutons.
- 25 Les caractéristiques utilisées 74 incluent en particulier la notion de caractéristiques variables.

30 Point d'observation, direction d'observation

On va maintenant décrire en se référant à la figure 1 ce que l'on entend par point d'observation 105 et direction d'observation 106.

35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

50

On appelle surface mathématique 10 une surface géométriquement associée à la surface du capteur 110. Par exemple, si la surface du capteur est plane, la surface mathématique 10 pourra être confondue avec celle du capteur.

5 On appelle direction d'observation 106 une droite passant par au moins un point de la scène 3 et par le centre optique 111. On appelle point d'observation 105 l'intersection de la direction d'observation 106 et de la surface 10.

10 Couleur observée, Intensité observée

On va maintenant décrire en se référant à la figure 1 ce que l'on entend par couleur observée et intensité observée. On appelle couleur observée la couleur de la lumière émise, transmise ou réfléchie par ladite scène 3 dans ladite direction d'observation 106 à un instant donné, et observée depuis ledit point d'observation 105. On appelle intensité observée l'intensité de la lumière émise par ladite scène 3 dans ladite direction d'observation 106 au même instant, et observée depuis ledit point d'observation 105.

15 La couleur peut être notamment caractérisée par une intensité lumineuse fonction d'une longueur d'onde, ou encore par deux valeurs telles que mesurées par un colorimètre. L'intensité peut être caractérisée par une valeur telle que mesurée avec un photomètre.

20 Ladite couleur observée et ladite intensité observée dépendent notamment de la position relative des objets 107 dans la scène 3 et des sources d'éclairage présentes ainsi que des caractéristiques de transparence et de réflexion des objets 107 au moment de l'observation.

25 Projection mathématique, Image mathématique, Point mathématique, Couleur mathématique d'un point, Intensité mathématique d'un point, Forme mathématique d'un point, Position mathématique d'un point

30 point

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

51

De façon générale, une transformation mathématique telle qu'une projection mathématique est une opération permettant d'établir une correspondance entre une première image et une deuxième image et plus précisément entre un point d'une première image et un point d'une deuxième image.

Dans les figures 1 à 9d, et notamment la figure 5, une projection mathématique 8 a pour objet de réaliser, à partir d'une image réelle ou d'une scène 3, une image mathématique 70 ou à partir d'une scène de référence 9 une image de synthèse.

Dans les figures 13a à 23c, et notamment la figure 14a, une projection mathématique 8 a pour objet d'établir une relation entre une image réelle (l'image I sur la figure 14a) et une référence virtuelle (R sur la figure 14a), de façon à établir les différences entre l'image et la référence virtuelle, de façon à avoir des informations pour corriger l'image réelle.

On va décrire plus précisément, en se référant, par exemple, aux figures 1, 5, 9a, 9b, 9c et 9d les notions de projection mathématique 8, image mathématique 70, point mathématique, couleur mathématique d'un point, intensité mathématique d'un point, forme mathématique 41 d'un point, position mathématique 40 d'un point.

Tout d'abord, on va décrire en se référant à la figure 5 comment on réalise une image mathématique 70 par projection mathématique déterminée 8 d'au moins une scène 3 sur la surface mathématique 10.

Préalablement, on va décrire ce que l'on entend par projection mathématique déterminée 8.

Une projection mathématique déterminée 8 associe :

30 - à une scène 3 au moment de la capture d'une image 103,

- et aux caractéristiques utilisées 74,

une image mathématique 70.

Une projection mathématique déterminée 8 est une transformation qui permet de déterminer les caractéristiques de

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

52

chaque point de l'image mathématique 70 à partir de la scène 3 au moment de la capture d'image et des caractéristiques utilisées 74.

De manière préférentielle, la projection mathématique 8 est définie de la façon qui sera ci-après décrite.

On appelle position mathématique 40 du point la position du point d'observation 105 sur la surface mathématique 10.

On appelle forme mathématique 41 du point la forme géométrique, ponctuelle, du point d'observation 105.

On appelle couleur mathématique du point la couleur observée.

On appelle intensité mathématique du point l'intensité observée.

On appelle point mathématique l'association de la position mathématique 40, de la forme mathématique 41, de la couleur mathématique et de l'intensité mathématique pour le point d'observation 105 considéré. L'image mathématique 70 est constituée de l'ensemble desdits points mathématiques.

La projection mathématique 8 de la scène 3 est l'image mathématique 70.

Projection réelle, Point réel, couleur réelle d'un point, intensité réelle d'un point, forme réelle d'un point, position réelle d'un point

On va ci-après décrire en se référant notamment aux figures 3, 5, 9a, 9b, 9c et 9d les notions de projection réelle 72, point réel, couleur réelle d'un point, intensité réelle d'un point, forme réelle 51 d'un point, position réelle 50 d'un point.

Lors d'une capture d'image, l'appareil de capture d'image 1 associé aux caractéristiques utilisées 74 produit une image. Ainsi, sur les figures 1 et 7, on obtient une image 103 de

la scène 3 et sur les figures 13a et 14a, on obtient une image 1 d'un référentiel M. Sur la figure 1, la lumière provenant de la scène 3 selon une direction d'observation 106, traverse l'optique 100 et arrive sur la surface du capteur 110.

5 On obtient alors pour ladite direction d'observation ce que l'on appelle un point réel (ou point caractéristique PR sur la figure 3a) qui présente des différences par rapport au point mathématique (ou point de référence PR sur la figure 3a).

10 En se référant aux figures 9a à 9d, on va maintenant décrire les différences entre le point réel et le point mathématique.

La forme réelle 51 associée à ladite direction d'observation 106 n'est pas un point sur la surface du capteur, mais a une forme de nuage dans l'espace à trois dimensions, qui a une intersection avec un ou plusieurs pixels 104. Ces différences ont en particulier pour origine le coma, l'aberration sphérique, l'astigmatisme, le regroupement en pixels 104, l'aberration chromatique, la profondeur de champ, la diffraction, les réflexions parasites, la courbure de champ de l'appareil de capture d'image 1. Elles donnent une impression de flou, de manque de piqué de l'image 103.

20 En outre, la position réelle 50 associée à ladite direction d'observation 106 présente une différence par rapport à la position mathématique 40 d'un point. Cette différence a en particulier pour origine la distorsion géométrique, qui donne une impression de déformation : par exemple, les murs verticaux paraissent courbes. Elle tient aussi au fait que le nombre de pixels 104 est limité et que par conséquent la position réelle 50 ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs.

25 En outre, l'intensité réelle associée à ladite direction d'observation 106 présente des différences par rapport à l'intensité mathématique d'un point. Ces différences ont en particulier pour origine le gamma et le vignettage : par exemple les bords de l'image 103 paraissent plus sombres. En outre du bruit peut s'ajouter au signal.

30
35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

54

Enfin, la couleur réelle associée à ladite direction d'observation 106 présente des différences par rapport à la couleur mathématique d'un point. Ces différences ont en particulier pour origine le gamma et la dominante colorée. En outre du bruit peut s'ajouter au signal.

On appelle point réel l'association de la position réelle 50, de la forme réelle 51, de la couleur réelle et de l'intensité réelle pour la direction d'observation 106 considérée.

La projection réelle 72 de la scène 3 est constituée par l'ensemble des points réels.

Modèle de transformation paramétrable, Paramètres, Image corrigée

Dans une variante de réalisation, on appelle modèle de transformation paramétrable 12 (ou de manière condensée, transformation paramétrable 12), une transformation mathématique permettant d'obtenir à partir d'une image 103, et de la valeur de paramètres une image corrigée 71. Lesdits paramètres pouvant notamment être calculés à partir des caractéristiques utilisées 74 comme il est indiqué ci-après.

Ladite transformation permet en particulier de déterminer pour chaque point réel de l'image 103, la position corrigée dudit point réel, la couleur corrigée dudit point réel, l'intensité corrigée dudit point réel, la forme corrigée dudit point réel, à partir de la valeur des paramètres, de la position réelle dudit point réel et des valeurs des pixels de l'image 103. La position corrigée peut être par exemple calculée à l'aide de polynômes de degré fixé en fonction de la position réelle, les coefficients des polynômes dépendant de la valeur des paramètres. La couleur corrigée et l'intensité corrigée peuvent être par exemple des sommes pondérées des valeurs des pixels, les coefficients dépendant de la valeur des paramètres

et de la position réelle, ou encore des fonctions non linéaires des valeurs des pixels de l'image 103.

Les paramètres peuvent inclure notamment : la focale de l'optique 100 de la configuration utilisée ou une valeur liée telle que la position d'un groupe de lentilles, la focalisation de l'optique 100 de la configuration utilisée ou une valeur liée telle que la position d'un groupe de lentilles, l'ouverture de l'optique 100 de la configuration utilisée ou une valeur liée telle que la position du diaphragme.

10

Différence entre l'image mathématique et l'image corrigée

En se référant à la figure 5, on appelle différence 73 entre l'image mathématique 70 et l'image corrigée 71 pour une scène 3 donnée et des caractéristiques utilisées 74 données, une ou plusieurs valeurs déterminées à partir des nombres caractérisant la position, la couleur, l'intensité, la forme de tout ou partie des points corrigés et de tout ou partie des points mathématiques.

Par exemple, la différence 73 entre l'image mathématique 70 et l'image corrigée 71 pour une scène 3 donnée et des caractéristiques utilisées 74 données peut être déterminée de la façon suivante :

-On choisit des points caractéristiques qui peuvent être par exemple les points d'une grille orthogonale 80 de points disposés régulièrement comme présenté sur la figure 10.

-On calcule la différence 73 par exemple en effectuant la somme pour chaque point caractéristique des valeurs absolues des différences entre chaque nombre caractérisant la position, la couleur, l'intensité, la forme respectivement pour le point corrigé et pour le point mathématique. La fonction somme des valeurs absolues des différences peut être remplacée par une autre fonction comme la moyenne, la somme des carrés ou toute autre fonction permettant de combiner les nombres.

35

Scène de référence ou référentiel

On appelle scène de référence 9 (ou référentiel M sur les figures 13 a et suivantes) une scène 3 dont certaines caractéristiques sont connues. A titre d'exemple, la figure 4a présente une scène de référence 9 constituée d'une feuille de papier comportant des cercles remplis de noir et disposés régulièrement. La figure 4b présente une autre feuille de papier comportant les mêmes cercles auxquels s'ajoutent des traits et des surfaces colorées. Les cercles servent à mesurer la position réelle 50 d'un point, les traits la forme réelle 51 d'un point, les surfaces colorées la couleur réelle d'un point et l'intensité réelle d'un point. Cette scène de référence 9 peut être constituée d'un autre matériau que le papier.

Image de référence

En se référant à la figure 12, on va maintenant définir la notion d'image de référence 11 (ou image I sur le support 5C des figures 13a et suivantes). On appelle image de référence 11, une image de la scène de référence 9 obtenue avec l'appareil de capture d'image 1.

Image de synthèse, Classe d'images de synthèse

En se référant à la figure 12, on va maintenant définir la notion d'image de synthèse et de classe d'images de synthèse 7. On appelle image de synthèse, une image mathématique 70 obtenue par projection mathématique 8 d'une scène de référence 9. On appelle classe d'images de synthèse 7, un ensemble d'images mathématiques 70 obtenues par projection mathématique 8 d'une ou plusieurs scènes de référence 9, ce pour un ou plusieurs jeux de caractéristiques utilisées 74. Dans le cas où il n'y a qu'une scène de référence 9 et qu'un jeu de caractéristiques utilisées 74, la classe d'images de synthèse 7

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

57

ne comprend qu'une image de synthèse. Sur les figures 13a et suivantes, la référence virtuelle R de la surface virtuelle SR peut être considérée comme étant une telle image de synthèse.

5 Image transformée

En se référant à la figure 12, on va maintenant définir la notion d'image transformée 13. On appelle image transformée 13, l'image corrigée obtenue par application d'un
10 modèle de transformation paramétrable 12 à une image de référence 11.

Image transformée proche d'une classe d'images de synthèse,
Écart résiduel

15 On va maintenant décrire, en se référant à la figure 12, la notion d'image transformée 13 proche d'une classe d'images de synthèse 7 et la notion d'écart résiduel 14.

On définit la différence entre une image transformée
20 13 et une classe d'images de synthèse 7 comme la plus faible différence entre ladite image transformée 13 et l'une quelconque des images de synthèse de ladite classe d'images de synthèse.

Ensuite, on va décrire comment on choisit parmi les modèles de transformation paramétrables 12 celui permettant de
25 transformer chaque image de référence 11 en une image transformée 13 proche de la classe d'images de synthèse 7 de la scène de référence 9 correspondant à ladite image de référence 11, et ce dans différents cas de scènes de référence 9 et caractéristiques utilisées 74.

30 - Dans le cas d'une scène de référence 9 donnée associée à un jeu de caractéristiques utilisées 74 données, on choisit la transformation paramétrable 12 (et ses paramètres) qui permet de transformer l'image de référence 11 en l'image transformée 13 qui présente la plus faible différence avec la
35 classe d'images de synthèse 7. La classe d'image de synthèse 7

et l'image transformée 13 sont alors dites proches. On appelle écart résiduel 14 ladite différence.

- Dans le cas d'un groupe de scènes de référence données associées à des jeux de caractéristiques utilisées 74
5 données, on choisit la transformation paramétrable 12 (et ses paramètres) en fonction des différences entre l'image transformée 13 de chaque scène de référence 9 et la classe d'images de synthèse 7 de chaque scène de référence 9
10 considérée. On choisit la transformation paramétrable 12 (et ses paramètres) qui permet de transformer les images de référence 11 en des images transformées 13 telle que la somme desdites différences soit la plus faible. La fonction somme peut être remplacée par une autre fonction comme le produit. La classe d'image de synthèse 7 et les images transformées 13 sont alors
15 dites proches. On appelle écart résiduel 14 une valeur obtenue à partir desdites différences, par exemple en calculant la moyenne.

- Dans le cas où certaines caractéristiques utilisées 74 sont inconnues, il est possible de les déterminer à partir de
20 la capture de plusieurs images de référence 11 d'au moins une scène de référence 9. Dans ce cas, on détermine simultanément les caractéristiques inconnues et la transformation paramétrable 12 (et ses paramètres) qui permet de transformer les images de référence 11 en des images transformées 13 telles que la somme
25 desdites différences soit la plus faible, notamment par calcul itératif ou par résolution d'équations concernant la somme desdites différences et/ou leur produit et/ou toute autre combinaison appropriée desdites différences. La classe d'image de synthèse 7 et les images transformées 13 sont alors dites
30 proches. Les caractéristiques inconnues peuvent par exemple être les positions et les orientations relatives de la surface du capteur 110 et de chaque scène de référence 9 considérée. On appelle écart résiduel 14 une valeur obtenue à partir desdites différences, par exemple en calculant la moyenne.

35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

59

Meilleure transformation

On appelle meilleure transformation la transformation qui, parmi les modèles de transformation paramétrables 12, permet de transformer chaque image de référence 11 en une image transformée 13 proche de la classe d'images de synthèse 7 de la scène de référence 9 correspondant à ladite image de référence 11.

10

Calibrage

On appelle calibrage un procédé qui permet d'obtenir des données relatives aux caractéristiques intrinsèques de l'appareil de capture d'image 1, ce pour une ou plusieurs configurations utilisées constituées chacune d'une optique 100 associée à un appareil de capture d'image 1.

Cas 1 : dans le cas où il n'y a qu'une configuration, ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de monter ladite optique 100 sur ledit appareil de capture d'image 1,
- l'étape de choisir une ou plusieurs scènes de référence 9,
- l'étape de choisir plusieurs caractéristiques utilisées 74,
- l'étape de capturer des images desdites scènes de référence 9 pour lesdites caractéristiques utilisées,
- l'étape de calculer la meilleure transformation pour chaque groupe de scènes de référence 9 correspondant aux mêmes caractéristiques utilisées 74.

Cas 2 : dans le cas où on considère toutes les configurations correspondant à un appareil de capture d'image 1 donné et à toutes les optiques 100 d'un même type, ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de choisir une ou plusieurs scènes de référence 9,

- l'étape de choisir plusieurs caractéristiques utilisées 74,
 - l'étape de calculer des images 103 à partir des caractéristiques utilisées 74 et notamment des formules de l'optique 100 de la configuration utilisée et des valeurs de paramètres, ce par exemple à l'aide d'un logiciel de calcul d'optique par tracé de rayons,
 - l'étape de calculer la meilleure transformation pour chaque groupe de scènes de référence 9 correspondant aux mêmes caractéristiques utilisées.
- Cas 3 : dans le cas où on considère toutes les configurations correspondant à une optique 100 donnée et à tous les appareils de capture d'image 1 d'un même type, ledit procédé comprend les étapes suivantes :
- l'étape de monter ladite optique 100 sur un appareil de capture d'image 1 du type considéré,
 - l'étape de choisir une ou plusieurs scènes de référence 9,
 - l'étape de choisir plusieurs caractéristiques utilisées 74,
 - l'étape de capturer des images desdites scènes de référence 9 pour lesdites caractéristiques utilisées,
 - l'étape de calculer la meilleure transformation pour chaque groupe de scènes de référence 9 correspondant aux mêmes caractéristiques utilisées.
- Le calibrage peut être effectué, de manière préférentielle, par le constructeur de l'appareil de capture d'image 1, ce pour chaque appareil et configuration dans le cas 1. Cette méthode est plus précise mais plus contraignante et bien adaptée dans le cas où l'optique 100 n'est pas interchangeable.
- Le calibrage peut alternativement être effectué par le constructeur de l'appareil de capture d'image 1, ce pour chaque type et configuration d'appareil dans le cas 2. Cette méthode est moins précise mais plus simple.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

61.

le calibrage peut alternativement être effectué par le constructeur de l'appareil de capture d'image 1, ce pour chaque optique 100 et type d'appareil dans le cas 3. Cette méthode est un compromis permettant d'utiliser une optique 100 sur tous les appareils de capture d'image 1 d'un type sans refaire le calibrage pour chaque combinaison d'appareil de capture d'image 1 et d'optique 100.

Le calibrage peut alternativement être effectué par le revendeur ou installateur de l'appareil, ce pour chaque appareil de capture d'image 1 et configuration dans le cas 1.

Le calibrage peut alternativement être effectué par le revendeur ou installateur de l'appareil, ce pour chaque optique 100 et type d'appareil dans le cas 3.

Le calibrage peut alternativement être effectué par l'utilisateur de l'appareil, ce pour chaque appareil et configuration dans le cas 1.

Le calibrage peut alternativement être effectué par l'utilisateur de l'appareil, ce pour chaque optique 100 et type d'appareil dans le cas 3.

Conception d'optique numérique

On appelle conception d'optique numérique, un procédé pour diminuer le coût de l'optique 100, consistant à :

- concevoir ou choisir dans un catalogue une optique 100 ayant des défauts, notamment de positionnement des points réels,
- diminuer le nombre de lentilles, et/ou
- simplifier la forme des lentilles, et/ou
- utiliser des matériaux, traitements ou procédés de fabrication moins coûteux.

Ledit procédé comprend les étapes suivantes :

- l'étape de choisir une différence (au sens ci-dessus défini) acceptable,

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

62

- l'étape de choisir une ou plusieurs scènes de référence 9,
- l'étape de choisir plusieurs caractéristiques utilisées 74.
- 5 Ledit procédé comprend en outre l'itération des étapes suivantes :
 - l'étape de choisir une formule optique comprenant notamment la forme, le matériau et la disposition des lentilles,
 - l'étape de calculer des images 103 à partir des
 - 10 caractéristiques utilisées 74 et notamment des formules de l'optique 100 de la configuration utilisée, en mettant en œuvre, par exemple, un logiciel de calcul d'optique par tracé de rayons, ou en effectuant des mesures sur un prototype,
 - l'étape de calculer la meilleure transformation pour
 - 15 chaque groupe de scènes de référence 9 correspondant aux mêmes caractéristiques utilisées 74,
 - l'étape de vérifier si la différence est acceptable, jusqu'à ce que la différence soit acceptable.

20 Informations formatées

- On appelle informations formatées 15 associées à l'image 103 ou informations formatées 15, tout ou partie des données suivantes :
- 25 - des données relatives aux caractéristiques techniques intrinsèques de l'appareil de capture d'image 1, notamment les caractéristiques de distorsion, et/ou
 - des données relatives aux caractéristiques techniques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la
 - 30 capture d'image, notamment le temps de pose, et/ou
 - des données relatives aux préférences dudit utilisateur, notamment la température de couleurs, et/ou
 - des données relatives aux écart résiduels 14.

35 Base de données de caractéristiques

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

63

On appelle base de données de caractéristiques 22, une base de données comprenant, pour un ou plusieurs appareils de capture d'image 1 et pour une ou plusieurs images 103, des informations formatées 15.

Ladite base de données de caractéristiques 22 peut être stockée de manière centralisée ou répartie, et peut être notamment :

- intégrée dans l'appareil de capture d'image 1,
- intégrée dans l'optique 100,
- intégrée sur un dispositif de stockage amovible,
- intégrée dans un PC ou autre ordinateur relié aux autres éléments pendant la capture d'image,
- intégrée dans un PC ou autre ordinateur relié aux autres éléments après la capture d'image,
- intégrée dans un PC ou autre ordinateur capable de lire un support de stockage commun avec l'appareil de capture d'image 1,
- intégrée dans un serveur distant relié à un PC ou autre ordinateur lui-même relié aux autres éléments de la capture d'image.

Champs

On va maintenant définir la notion de champs 90 en se référant à la figure 8. Les informations formatées 15 associées à l'image 103 peuvent être enregistrées sous plusieurs formes et structurées en une ou plusieurs tables mais elles correspondent logiquement à tout ou partie des champs 90, comprenant :

- (a) la distance focale,
- (b) la profondeur de champ,
- (c) les défauts géométriques.

Lesdits défauts géométriques comprennent les défauts de géométrie de l'image 103 caractérisés par les paramètres associés aux caractéristiques de la prise de vue 74 et une

transformation paramétrable représentant les caractéristiques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la prise de vue. Lesdits paramètres et ladite transformation paramétrable permettent de calculer la position corrigée d'un point de l'image 103.

Lesdits défauts géométriques comprennent en outre le vignetage caractérisé par les paramètres associés aux caractéristiques de la prise de vue 74 et une transformation paramétrable représentant les caractéristiques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la prise de vue. Lesdits paramètres et ladite transformation paramétrable permettent de calculer l'intensité corrigée d'un point de l'image 103.

Lesdits défauts géométriques comprennent en outre la dominante colorée caractérisée par les paramètres associés aux caractéristiques de la prise de vue 74 et une transformation paramétrable représentant les caractéristiques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la prise de vue. Lesdits paramètres et ladite transformation paramétrable permettent de calculer la couleur corrigée d'un point de l'image 103.

Lesdits champs 90 comprennent en outre (d) le piqué de l'image 103.

Ledit piqué comprend le flou de résolution de l'image 103 caractérisé par les paramètres associés aux caractéristiques de la prise de vue 74 et une transformation paramétrable représentant les caractéristiques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la prise de vue. Lesdits paramètres et ladite transformation paramétrable permettent de calculer la forme corrigée d'un point de l'image 103. Le flou couvre en particulier le coma, l'aberration sphérique, l'astigmatisme, le regroupement en pixels 104, l'aberration chromatique, la profondeur de champ, la diffraction, les réflexions parasites, la courbure de champ.

Ledit piqué comprend en outre le flou de profondeur de champ, notamment les aberrations sphériques, le coma, l'astigmatisme. Ledit flou dépend de la distance des points de

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

65

la scène 3 par rapport à l'appareil de capture d'image 1 et est caractérisé par les paramètres associés aux caractéristiques de la prise de vue 74 et une transformation paramétrable représentant les caractéristiques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la prise de vue. Lesdits paramètres et ladite transformation paramétrable permettent de calculer la forme corrigée d'un point de l'image 103.

Lesdits champs 90 comprennent en outre (e) des paramètres de la méthode de quantification. Lesdits paramètres dépendent de la géométrie et la physique du capteur 101, de l'architecture de l'électronique 102 et d'éventuels logiciels de traitement.

Lesdits paramètres comprennent une fonction représentant les variations de l'intensité d'un pixel 104 en fonction de la longueur d'onde et du flux lumineux provenant de ladite scène 3. Ladite fonction comprend notamment les informations de gamma.

Lesdits paramètres comprennent en outre :

- la géométrie dudit capteur 101, notamment la forme, la position relative et le nombre des éléments sensibles dudit capteur 101,
- une fonction représentant la distribution spatiale et temporelle du bruit de l'appareil de capture d'image 1,
- une valeur représentant le temps de pose de la capture d'image.

Lesdits champs 90 comprennent en outre (f) des paramètres des traitements numériques effectués par l'appareil de capture d'image 1, notamment le zoom numérique, la compression. Ces paramètres dépendent du logiciel de traitement de l'appareil de capture d'image 1 et des réglages de l'utilisateur.

Lesdits champs 90 comprennent en outre :

- (g) des paramètres représentant les préférences de l'utilisateur, notamment en ce qui concerne le degré de flou, la résolution de l'image 103.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

66

(h) les écarts résiduels 14.

Calcul des informations formatées

- 5 Les informations formatées 15 peuvent être calculées et enregistrées dans la base de données 22 en plusieurs étapes.
- a) Une étape à l'issue de la conception de l'appareil de capture d'image 1.
- Cette étape permet d'obtenir des caractéristiques
- 10 techniques intrinsèques de l'appareil de capture d'image 1, et notamment :
- la distribution spatiale et temporelle du bruit généré par l'électronique 102,
 - la loi de conversion flux lumineux en valeur de
- 15 pixel,
- la géométrie du capteur 101.
- b) Une étape à l'issue du calibrage ou conception d'optique numérique.
- Cette étape permet d'obtenir d'autres caractéristiques
- 20 techniques intrinsèques de l'appareil de capture d'image 1, et notamment, pour un certain nombre de valeurs de caractéristiques utilisées, la meilleure transformation associée et l'écart résiduel 14 associé.
- c) Une étape de choix des préférences de l'utilisateur
- 25 à l'aide de boutons, menus ou support amovible ou connexion à un autre dispositif.
- d) Une étape de capture d'image.
- Cette étape (d) permet d'obtenir des caractéristiques techniques de l'appareil de capture d'image 1 au moment de la
- 30 capture d'image, et notamment le temps de pose, déterminé par les réglages manuels ou automatiques effectués.
- L'étape (d) permet en outre d'obtenir la distance focale. La distance focale est calculée à partir :

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

67

- d'une mesure de la position du groupe de lentilles de focale variable de l'optique 100 de la configuration utilisée, ou
- d'une consigne donnée au moteur de positionnement,
- 5 ou
- d'une donnée constructeur si la focale est fixe.
- Ladite distance focale peut enfin être déterminée par l'analyse du contenu de l'image 103.
- L'étape (d) permet en outre d'obtenir la profondeur de
- 10 champ. La profondeur de champ est calculée à partir :
 - d'une mesure de la position du groupe de lentilles de focalisation de l'optique 100 de la configuration utilisée, ou
 - d'une consigne donnée au moteur de positionnement,
 - 15 ou
 - d'une donnée constructeur si la profondeur de champ est fixe.
- L'étape (d) permet en outre d'obtenir les défauts de géométrie et de piqué. Les défauts de géométrie et de piqué correspondent à une transformation calculée à l'aide d'une
- 20 combinaison des transformations de la base de données de caractéristiques 22 obtenues à l'issue de l'étape (b). Cette combinaison est choisie pour représenter les valeurs de paramètres correspondant aux caractéristiques utilisées 74,
- 25 notamment la distance focale.
- L'étape (d) permet en outre d'obtenir les paramètres de traitement numériques effectués par l'appareil de capture d'image 1. Ces paramètres sont déterminés par les réglages manuels ou automatiques effectués.
- 30 Le calcul des informations formatées 15 selon les étapes (a) à (d) peut être réalisé par :
 - un dispositif ou logiciel intégré à l'appareil de capture d'image 1, et/ou
 - un logiciel pilote dans un PC ou autre ordinateur,
 - 35 et/ou

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

68

- un logiciel dans un PC ou autre ordinateur, et/ou
- une combinaison des trois.

Les transformations ci-dessus mentionnées à l'étape (b) et à l'étape (d) peuvent être stockées sous la forme :

- d'une formule mathématique générale,
- d'une formule mathématique pour chaque point,
- d'une formule mathématique pour certains points caractéristiques.

Les formules mathématiques peuvent être décrites par :

- une liste de coefficients,
- une liste de coefficients et de coordonnées.

Ces différentes méthodes permettent de faire un compromis entre la taille de la mémoire disponible pour stocker les formules et la puissance de calcul disponible pour calculer les images corrigées 71.

En outre, afin de retrouver les données, des identifiants associés aux données sont enregistrés dans la base de données 22. Ces identifiants comprennent notamment :

- un identifiant du type et de la référence de l'appareil de capture d'image 1,
- un identifiant du type et de la référence de l'optique 100 si elle est amovible,
- un identifiant du type et de la référence de tout autre élément amovible ayant un lien avec les informations stockées,
- un identifiant de l'image 103,
- un identifiant de l'information formatée 15.

Image complétée

Comme décrit par la figure 11, on appelle image complétée 120, l'image 103 associée aux informations formatées 15. Cette image complétée 120 peut prendre la forme, de manière préférentielle, d'un fichier. L'image complétée 120 peut également être répartie dans plusieurs fichiers.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

69

L'image complétée 129 peut être calculée par l'appareil de capture d'image 1. Elle peut être également calculée par un dispositif de calcul externe, par exemple un ordinateur.

5

Logiciel de traitement d'image

On appelle logiciel de traitement d'image 4, un logiciel qui prend en entrée une ou plusieurs images complétées 129 et qui effectue des traitements sur ces images. Ces traitements peuvent comprendre, notamment :

- de calculer d'une image corrigée 71,
- d'effectuer des mesures dans le monde réel,
- de combiner plusieurs images,
- d'améliorer la fidélité des images par rapport au monde réel,
- d'améliorer la qualité subjective des images,
- de détecter des objets ou personnes 107 dans une scène 3,
- d'ajouter des objets ou personnes 107 dans une scène 3,
- de remplacer ou modifier des objets ou personnes 107 dans une scène 3,
- de retirer les ombres d'une scène 3,
- d'ajouter des ombres dans une scène 3,
- de rechercher des objets dans une base d'images.

Ledit logiciel de traitement d'image peut être :

- intégré à l'appareil de capture d'image 1,
- exécuté sur des moyens de calcul 17 reliés à l'appareil de capture d'image 1 par des moyens de transmission 18.

Optique numérique

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

70

- On appelle optique numérique, la combinaison d'un appareil de capture d'image 1, d'une base de données de caractéristiques 22 et d'un moyen de calcul 17 permettant :
- la capture d'image d'une image 103,
 - le calcul de l' image complétée,
 - le calcul de l' image corrigée 71.
- De manière préférentielle, l'utilisateur obtient directement l'image corrigée 71. S'il le souhaite, l'utilisateur peut demander la suppression de la correction automatique.
- La base de données de caractéristiques 22 peut être :
- intégrée dans l'appareil de capture d'image 1,
 - intégrée dans un PC ou autre ordinateur relié aux autres éléments pendant la capture d'image,
 - intégrée dans un PC ou autre ordinateur relié aux autres éléments après la capture d'image,
 - intégrée dans un PC ou autre ordinateur capable de lire un support de stockage commun avec l'appareil de capture d'image 1,
 - intégrée dans un serveur distant relié à un PC ou autre ordinateur lui même relié aux autres éléments de la capture d'image.
- Le moyen de calcul 17 peut être :
- intégré sur un composant avec le capteur 101,
 - intégré sur un composant avec une partie de l'électronique 102,
 - intégré dans l'appareil de capture d'image 1,
 - intégré dans un PC ou autre ordinateur relié aux autres éléments pendant la capture d'image,
 - intégré dans un PC ou autre ordinateur relié aux autres éléments après la capture d'image,
 - intégré dans un PC ou autre ordinateur capable de lire un support de stockage commun avec l'appareil de capture d'image 1,

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

71

- intégré dans un serveur distant relié à un PC ou autre ordinateur lui même relié aux autres éléments de la capture d'image.

5 Traitement de la chaîne complète

Dans les précédents paragraphes, on a essentiellement précisé les concepts et la description du procédé et du système selon l'invention pour fournir à des logiciels de traitement d'images 4 des informations formatées 15 liées aux caractéristiques des appareils de capture d'image 1.

Dans les paragraphes qui suivent, on va élargir la définition des concepts et compléter la description du procédé et du système selon l'invention pour fournir à des logiciels de traitement d'images 4 des informations formatées 15 liées aux caractéristiques des moyens de restitution d'image 19. On aura ainsi exposé le traitement d'une chaîne complète.

Le traitement de la chaîne complète permet :

- d'améliorer la qualité de l'image 103 d'un bout à l'autre de la chaîne, pour obtenir une image restituée 191 corrigeant les défauts de l'appareil de capture d'image 1 et du moyen de restitution d'image 19, et/ou
- d'utiliser des optiques de moindre qualité et de moindre coût dans un projecteur vidéo en combinaison avec un logiciel d'amélioration de la qualité des images.

Définitions liées aux moyens de restitution d'image

En s'appuyant sur les figures 2 et 6, on va maintenant décrire la prise en compte dans les informations formatées 15 des caractéristiques d'un moyen de restitution d'images 19 tel qu'une imprimante, un écran de visualisation ou un projecteur.

Les compléments ou modifications à apporter aux définitions dans le cas d'un moyen de restitution d'image 19 peuvent être extrapolées mutatis mutandis par un homme de métier

- à partir des définitions fournies dans le cas d'un appareil de capture d'image 1. Toutefois, afin d'illustrer cette méthode, on va maintenant décrire en se référant notamment à la figure 6 les principaux compléments ou modifications.
- 5 On désigne par caractéristiques de restitution utilisées 95 les caractéristiques intrinsèques des moyens de restitution d'image 19, les caractéristiques du moyen de restitution d'image 19 au moment de la restitution d'image, et les préférences de l'utilisateur au moment de la restitution des images. Notamment dans le cas d'un projecteur, les caractéristiques de restitution utilisées 95 comprennent la forme et la position de l'écran utilisé. La notion de caractéristiques utilisées de restitution 95 est une extension de la notion de caractéristique variable.
- 10 On désigne par modèle de transformation paramétrable de restitution 97 (ou de manière condensée, transformation paramétrable de restitution 97), une transformation mathématique similaire au modèle de transformation paramétrable 12.
- On désigne par image corrigée de restitution 94 l'image obtenue par application de la transformation paramétrable de restitution 97 à l'image 103.
- 15 On désigne par projection mathématique de restitution 96 une projection mathématique qui associe à une image corrigée de restitution 94, une image mathématique de restitution 92 sur la surface mathématique de restitution géométriquement associée à la surface du support de restitution 190. Les points mathématiques de restitution de la surface mathématique de restitution ont une forme, position, couleur et intensité calculées à partir de l'image corrigée de restitution 94.
- 20 On désigne par projection réelle de restitution 90 une projection associant à une image 103 une image restituée 191. Les valeurs de pixels de l'image 103 sont converties par l'électronique des moyens de restitution 19 en un signal qui pilote le modulateur des moyens de restitution 19. On obtient
- 25 des points réels de restitution sur le support de restitution
- 30
- 35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

73

190. Lesdits points réels de restitution sont dotés d'une forme, couleur, intensité et position. Le phénomène de regroupement en pixels 104 précédemment décrit dans le cas d'un appareil de capture d'image 1 ne se produit pas dans le cas d'un moyen de restitution d'image. En revanche, un phénomène inverse se produit qui fait notamment apparaître des droites comme des marches d'escalier.

On désigne par différence de restitution 93 la différence entre l'image restituée 191 et l'image mathématique de restitution 92. Cette différence de restitution 93 est obtenue mutatis mutandis comme la différence 73.

On désigne par référence de restitution une image 103 dont les valeurs des pixels 104 sont connues.

On désigne par meilleure transformation de restitution pour une référence de restitution et des caractéristiques utilisées de restitution 95, celle qui permet de transformer l'image 103 en une image corrigée de restitution 94 telle que sa projection mathématique de restitution 92, présente la plus faible différence de restitution 93 avec l'image restituée 191.

Les procédés de calibrage de restitution et de conception d'optique numérique de restitution sont comparables aux procédés de calibrage et de conception d'optique numérique dans le cas d'un appareil de capture d'image 1. Certaines étapes comportent cependant des différences, et notamment les étapes suivantes :

- l'étape de choisir une référence de restitution ;
- l'étape d'effectuer la restitution de ladite référence de restitution ;
- l'étape de calculer la meilleure transformation de restitution.

Les informations formatées 15 liées à un appareil de capture d'image 1 et celles liées à un moyen de restitution d'image 19 peuvent être mises bout à bout pour une même image.

On a précédemment décrit la notion de champ dans le cas d'un appareil de capture d'image 1. Cette notion s'applique

également mutatis mutandis dans le cas de moyens de restitution d'image 19. Toutefois, aux paramètres de la méthode de quantification on substitue les paramètres de la méthode de reconstitution du signal, à savoir : la géométrie du support de restitution 190 et sa position, une fonction représentant la distribution spatiale et temporelle du bruit du moyen de restitution d'images 19.

Généralisation des concepts

10 Les traits techniques composant l'invention et figurant dans les revendications ont été définis, décrits, illustrés en se référant essentiellement à des appareils de capture d'image de type numérique, c'est-à-dire produisant des
15 images numériques. On conçoit aisément que les mêmes traits techniques s'appliquent dans le cas d'appareils de capture d'image qui seraient la combinaison d'un appareil argentique (un appareil photographique ou cinématographique utilisant des pellicules sensibles argentiques, négatives ou inversibles) et
20 d'un scanner produisant une image numérique à partir des pellicules sensibles développées. Certes, il y a lieu dans ce cas d'adapter au moins certaines des définitions utilisées. Ces adaptations sont à la portée de l'homme de métier. Afin de mettre en évidence le caractère évident de telles adaptations,
25 on se bornera à mentionner que les notions de pixel et de valeur de pixel illustrées en se référant à la figure 3 doivent, dans le cas de la combinaison d'un appareil argentique et d'un scanner, s'appliquer à une zone élémentaire de la surface de la pellicule après que celle-ci ait été numérisée au moyen du
30 scanner. De telles transpositions des définitions vont de soi et peuvent être étendues à la notion de configuration utilisée. A la liste des sous-ensembles amovibles de l'appareil de capture d'image 1 composant la configuration utilisée, on peut par exemple ajouter le type de pellicule photographique
35 effectivement utilisée dans l'appareil argentique.

Réalisation du système

la figure 25 représente un exemple de réalisation du système permettant de mettre en œuvre l'invention précédemment décrite. Ce système comportant des premiers moyens de calcul MC1 relatifs à une image I issue d'un appareil APPE1 et/ou d'une chaîne d'appareils P3 possédant des caractéristiques variables. Ces moyens de calculs comme décrits précédemment, vont calculer à partir des caractéristiques des appareils, des caractéristiques variables selon l'image et des valeurs associées (focale, mise au point, vitesse, ouverture ...) des informations formatées mesurées IFM. Des seconds moyens de calculs MC2 vont calculer des informations formatées étendues à partir des informations formatées mesurées et des caractéristiques variables et leurs valeurs associées, de sorte que les informations formatées étendues soient plus compactes en mémoire et permettent le cas échéant d'estimer des informations relatives au défaut de distorsion en des points autres que les points relatifs aux informations formatées mesurées. Les informations formatées mesurées IFM et les informations formatées étendues IFE sont fournies à des moyens de sélection MS1 pour produire des informations formatées IF.

Application de l'invention à la réduction de coût

On appelle réduction de coût, un procédé et système pour diminuer le coût d'un appareil ou d'une chaîne d'appareils P3, notamment le coût de l'optique d'un appareil ou d'une chaîne d'appareils; le procédé consistant à :

- diminuer le nombre de lentilles, et/ou
- simplifier la forme des lentilles, et/ou
- concevoir ou choisir dans un catalogue une optique ayant des défauts P5 plus importants que ceux souhaités pour l'appareil ou la chaîne d'appareils, et/ou

- utiliser des matériaux, composants, traitements ou procédés de fabrication moins coûteux pour l'appareil ou la chaîne d'appareils, ajoutant des défauts F5.
- Le procédé et système selon l'invention peut être
- 5 utilisé pour diminuer le coût d'un appareil ou d'une chaîne d'appareils : on peut concevoir une optique numérique, produire des informations formatées IF relatives aux défauts de l'appareil ou à la chaîne d'appareils, utiliser ces informations formatées pour permettre à des moyens de traitement d'image,
- 10 intégrés ou non, de modifier la qualité des images provenant ou destinées à l'appareil ou à la chaîne d'appareils, de sorte que la combinaison de l'appareil ou la chaîne d'appareil et des moyens de traitement d'image permettent de capturer, modifier ou restituer des images de la qualité souhaitée avec un coût
- 15 réduit.

Revendications

Procédé

1. Procédé pour produire des informations formatées (IF) liées aux appareils (App1, App2, App3) d'une chaîne d'appareils (APP1); ladite chaîne d'appareils comprenant notamment au moins un appareil de capture d'image (Appl) et/ou au moins un appareil de restitution d'image (APE2); ledit procédé comprenant l'étape de produire des informations formatées (IF) liées aux distorsions géométriques d'au moins un
5
10 appareil de ladite chaîne.

2. Procédé selon la revendication 1; ledit appareil permettant de capturer ou restituer une image (I) sur un support (SC); ledit appareil comportant au moins une caractéristique fixe et/ou une caractéristique variable selon l'image (I);
15 ladite caractéristique fixe et/ou caractéristique variable étant susceptible d'être associée à une ou plusieurs valeurs de caractéristiques, notamment la focale et/ou la mise au point et leurs valeurs de caractéristiques associées;

ledit procédé comprenant l'étape de produire des informations formatées mesurées (IFM1 à IFMn) liées aux distorsions géométriques dudit appareil à partir d'un champ mesuré (D(H)); lesdites informations formatées (IF) pouvant comprendre lesdites informations formatées mesurées.
20

3. Procédé selon la revendication 2; ledit procédé comprenant en outre l'étape de produire des informations formatées étendues (IFE1 à IFEn) liées aux distorsions géométriques dudit appareil à partir desdites informations formatées mesurées (IFM1 à IFMn); lesdites informations formatées pouvant comprendre lesdites informations formatées étendues;
25
30 lesdites informations formatées étendues présentant

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

78

un écart (14) par rapport auxdites informations formatées mesurées.

4. Procédé selon la revendication 3 ; ledit procédé étant tel que lesdites informations formatées, produites à partir desdites informations formatées mesurées, sont représentées par les paramètres d'un modèle paramétrable choisi parmi un ensemble de modèles paramétrables (SP, 12, 97), notamment un ensemble de polynômes ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de sélectionner ledit modèle paramétrable dans ledit ensemble de modèles paramétrables en :
- définissant un écart maximal,
 - ordonnant lesdits modèles paramétrables dudit ensemble de modèles paramétrables selon leur degré de complexité de mise en œuvre,
 - choisissant le premier des modèles paramétrables dudit ensemble de modèles paramétrables ordonné pour lequel ledit écart (14) est inférieur audit écart maximal.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4 ; lesdites informations formatées étendues étant lesdites informations formatées mesurées.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5 ; ledit procédé comprenant un premier algorithme de calcul (AC1) permettant d'obtenir ledit champ mesuré D(H) à partir d'un référentiel (M) comportant des points caractéristiques (PP1, PPi, PPj, PPM) et d'une référence virtuelle (R) composée de points de référence (PR1, PRi, PRj, PRM) sur une surface de référence (SR) ;

- ledit premier algorithme de calcul (AC1) comprenant l'étape de capturer ou de restituer ledit référentiel (M) au moyen dudit appareil pour produire une image (I) desdits points caractéristiques sur ledit support (SC) ; l'image d'un point caractéristique (PP1, PPi, PPj, PPM) étant ci-après appelée le point caractéristique image (PT1, PTi, PTj, PTM) ;

- ledit premier algorithme de calcul (AC2) comprenant en outre :

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

79

- l'étape d'établir une bijection entre lesdits points caractéristiques images (PTI, PTi, PTj, PTm) et lesdits points de référence
- l'étape de sélectionner zéro, une ou plusieurs caractéristiques variables parmi l'ensemble desdites caractéristiques variables, ci-après désignées les caractéristiques variables sélectionnées ;
- 5 ledit champ mesuré (D(H)) étant composé de :
 - l'ensemble des couples constitués d'un desdits points de référence (PRm) et du point caractéristique image (PTm) associé par ladite bijection, et
 - la valeur, pour ladite image (I), de chacune desdites caractéristiques variables sélectionnées.
- 10 7. Procédé selon la revendication 6 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de choisir une projection mathématique (H(PRj)), notamment une homographie, entre ledit support (SC) et ladite surface de référence (SR) ;
- 15 ledit champ mesuré (D(H)) étant composé de la valeur, pour ladite image (I), de chacune desdites caractéristiques variables sélectionnées et pour chaque point de référence (PRi, PRm) :
 - du couple constitué du point de référence (PRj) et de ladite projection mathématique (H(PRj)), sur ladite surface de référence (SR), dudit point caractéristique image (PTj) associé par ladite bijection audit point de référence (PRj),
 - 25 et/ou
 - du couple constitué du point caractéristique image (PTj) associé par ladite bijection audit point de référence (PRj) et de ladite projection mathématique (H(PRj)), sur ledit support (SC), dudit point de référence (PRj).
 - 30 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape d'obtenir lesdites informations formatées étendues relatives à un point de référence quelconque (PQRi) sur ladite surface de référence (SR) et/ou à un point caractéristique image quelconque (PQIi) dudit
 - 35

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

80

support (SC), en déduisant lesdites informations formatées, relatives audit point de référence quelconque ou audit point caractéristique image quelconque, à partir desdites informations formatées mesurées.

- 5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 8; ledit procédé étant tel que ledit appareil de ladite chaîne d'appareil présente au moins une caractéristique variable selon l'image, notamment la focale et/ou la mise au point; chaque caractéristique variable étant susceptible d'être associée à une
- 10 valeur pour former une combinaison constituée de l'ensemble desdites caractéristiques variables et desdites valeurs;
- ledit procédé comprenant en outre les étapes suivantes:
- l'étape de sélectionner des combinaisons
- 15 prédéterminées,
- l'étape de calculer des informations formatées mesurées, notamment en mettant en œuvre ledit premier algorithme de calcul (AC2) pour chacune desdites combinaisons prédéterminées ainsi sélectionnées.
- 20 10. Procédé selon la revendication 9; on appelle argument, selon le cas:
- un point de référence quelconque (PQRi) sur ladite surface de référence (SR) et une combinaison, ou
 - un point caractéristique image quelconque (PQTI) de
- 25 ledit support (SC) et à une combinaison;
- ledit procédé comprenant en outre l'étape de déduire lesdites informations formatées étendues relatives à un argument quelconque à partir desdites informations formatées mesurées.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8
- 30 ou 10; le dit procédé étant tel que pour déduire lesdites informations formatées étendues à partir desdites informations formatées mesurées:
- on définit un premier seuil,
 - on sélectionne les informations formatées étendues
- 35 telles que ledit écart soit inférieur audit premier seuil.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

81

12. Procédé selon la revendication l'une quelconque des revendications 3 à 11 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape d'associer lesdits écarts auxdites informations formatées.

5 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 12 ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de sélectionner sur ledit support (SC) quatre points caractéristiques images (Pm.1 à 4) tels que le quadrilatère défini par lesdits quatre points caractéristiques images est
10 celui ayant une surface maximale et un centre de gravité situé à proximité du centre géométrique de l'image (I) ; ladite projection mathématique étant l'homographie transformant lesdits quatre points caractéristiques images en les points de référence (PRm.1 à 4) associés par ladite bijection auxdits quatre points
15 caractéristiques images.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 13 ; ladite image étant une image en couleur composée de plusieurs plans couleur ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de produire lesdites informations formatées mesurées en
20 mettant en œuvre ledit premier algorithme de calcul (AC2) pour au moins deux desdits plans couleur, en utilisant ladite même projection mathématique pour chacun desdits plans couleur.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 14 ; ladite image étant une image en couleur composée de
25 plusieurs plans couleur (PTR, PTV, PTB) ; ledit procédé comprenant en outre l'étape de produire lesdites informations formatées mesurées en mettant en œuvre ledit premier algorithme de calcul (AC2) pour au moins un desdits plans couleur, en utilisant ladite même référence virtuelle pour chacun desdits
30 plans couleur ;

de sorte qu'il est possible d'utiliser lesdites informations formatées et/ou informations formatées mesurées pour corriger les aberrations chromatiques dudit appareil.

35

Système

16. Système pour produire des informations formatées (IF) liées aux appareils (App1, App2, App3) d'une chaîne d'appareils (APP1); ladite chaîne d'appareils comprenant
5 notamment au moins un appareil de capture d'image (App1) et/ou au moins un appareil de restitution d'image (APP2); ; ledit système comprenant des moyens de calcul pour produire des informations formatées liées aux distorsions géométriques d'au moins un appareil de ladite chaîne.

17. Système selon la revendication 16 ; ledit appareil
19 permettant de capturer ou restituer une image (I) sur un support (SC) ; ledit appareil comportant au moins une caractéristique fixe et/ou une caractéristique variable selon l'image (I); ladite caractéristique fixe et/ou caractéristique variable étant
15 susceptible d'être associée à une ou plusieurs valeurs de caractéristiques, notamment la focale et/ou la mise au point et leurs valeurs de caractéristiques associées ; ledit système comprenant des moyens de calcul (MC1) pour produire des informations formatées mesurées liées aux distorsions
20 géométriques dudit appareil à partir d'un champ mesuré (D(H)) ; lesdites informations formatées pouvant comprendre lesdites informations formatées mesurées.

18. Système selon la revendication 17 ; ledit système
comportant en outre des moyens de calcul (MC2) pour produire des
25 informations formatées étendues (IFE1 à IFEm) liées aux distorsions géométriques dudit appareil à partir desdites informations formatées mesurées (IFM1 à IFMm); lesdites informations formatées pouvant comprendre lesdites informations formatées étendues ; lesdites informations formatées étendues
30 présentant un écart par rapport auxdites informations formatées mesurées.

19. Système selon la revendication 18 ; ledit système
étant tel que lesdites informations formatées, produites à
partir desdites informations formatées mesurées, sont
35 représentées par les paramètres d'un modèle paramétrable (SP)

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

83

choisi parmi un ensemble de modèles paramétrables, notamment un ensemble de polynômes ; ledit système comprenant en outre des moyens de sélection pour sélectionner ledit modèle paramétrable dans ledit ensemble de modèles paramétrables ; lesdits moyens de

5 sélection comprenant des moyens de traitement informatique pour :

- définir un écart maximal,
- ordonner lesdits modèles paramétrables dudit ensemble de modèles paramétrables selon leur degré de complexité

10 de mise en œuvre,

- choisir le premier des modèles paramétrables dudit ensemble de modèles paramétrables ordonné pour lequel ledit écart est inférieur audit écart maximal.

20. Système selon l'une quelconque des revendications

15 18 ou 19 ; lesdites informations formatées étendues étant lesdites informations formatées mesurées.

21. Système selon l'une quelconque des revendications 18 à 20 ; ledit système comprenant des moyens de calcul mettant en œuvre un premier algorithme de calcul (AC1) permettant

20 d'obtenir ledit champ mesuré (D(H)) à partir d'un référentiel (M) comportant des points caractéristiques (PP1, PPi, PPj, PPM) et d'une référence virtuelle (R) composée de points de référence (PR1, PRi, PRj, PRM) sur une surface de référence (SR) ;

ledit appareil de capture d'image ou ledit appareil de

25 restitution d'image comprenant des moyens de capture ou des moyens de restitution dudit référentiel (M) permettant de produire une image (I) desdits points caractéristiques (PP) sur ledit support (SC) ; l'image d'un point caractéristique (PP) étant ci-après appelée le point caractéristique image (PT) ;

30 lesdits moyens de calcul dudit premier algorithme de calcul (AC1) comprenant en outre des moyens de traitement informatique pour :

- établir une bijection entre lesdits points caractéristiques images (PT1, PTi, PTj, PTM) et lesdits points

35 de référence (PR1, PRi, PRj, PRM),

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

84

- sélectionner zéro, une ou plusieurs caractéristiques variables parmi l'ensemble desdites caractéristiques variables, ci-après désignées les caractéristiques variables sélectionnées ;
- 5 ledit champ mesuré (D(H)) étant composé de :
 - l'ensemble des couples constitués d'un desdits points de référence (PR_m) et du point caractéristique image (PT_m) associé par ladite bijection, et
 - la valeur, pour ladite image (I), de chacune
- 10 desdites caractéristiques variables sélectionnées.
- 22. Système selon la revendication 21 ; ledit système comprenant en outre des moyens d'analyse pour choisir une projection mathématique (H(PR_j)), notamment une homographie, entre ledit support (SC) et ladite surface de référence (SR) ;
- 15 ledit champ mesuré (D(H)) étant composé de la valeur, pour ladite image (I), de chacune desdites caractéristiques variables sélectionnées et pour chaque point de référence (PR):
 - du couple constitué du point de référence (PR_m) et de ladite projection mathématique (H(PR_j)), sur ladite surface
 - 20 de référence (SR), dudit point caractéristique image (PT_j) associé par ladite bijection audit point de référence (PR_j), et/ou
 - du couple constitué du point caractéristique image (PT_j) associé par ladite bijection audit point de référence (PR_j) et de ladite projection mathématique, sur ledit support
 - 25 (SC), dudit point de référence.
- 23. Système selon l'une quelconque des revendications 21 ou 22; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique pour obtenir lesdites informations
- 30 formatées étendues relatives à un point de référence quelconque (PQR_i) sur ladite surface de référence (SR) et/ou à un point caractéristique image quelconque (PT_i) dudit support (SC), en déduisant lesdites informations formatées, relatives audit point de référence quelconque ou audit point caractéristique image
- 35 quelconque, à partir desdites informations formatées mesurées.

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

85

24. Système selon l'une quelconque des revendications 18 à 23; ledit système étant tel que ledit appareil de ladite chaîne d'appareil présente au moins une caractéristique variable selon l'image, notamment la focale et/ou la mise au point ;
 5 chaque caractéristique variable étant susceptible d'être associée à une valeur pour former une combinaison constituée de l'ensemble desdites caractéristiques variables et desdites valeurs ;

ledit système comprenant en outre :
 10 - des moyens de sélection pour sélectionner des combinaisons prédéterminées,
 - des moyens de calcul pour calculer des informations formatées mesurées, notamment en mettant en œuvre ledit premier algorithme de calcul (AC1) pour chacune desdites combinaisons
 15 prédéterminées ainsi sélectionnées.

25. Système selon la revendication 24 ; un argument désignant, selon le cas :

- un point de référence quelconque (PQRj) sur ladite surface de référence (SR) et une combinaison, ou
 20 - un point caractéristique image quelconque (PQTj) dudit support (SC) et une combinaison ;

ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique (MC2) pour déduire lesdites informations formatées étendues relatives à un argument quelconque à partir
 25 desdites informations formatées mesurées.

26. Système selon l'une quelconque des revendication 23 ou 25 ; le dit système étant tel que lesdits moyens de traitement informatique pour déduire lesdites informations formatées étendues à partir desdites informations formatées
 30 mesurées, comprennent des moyens de sélection pour sélectionner les informations formatées étendues telles que ledit écart soit inférieur à un premier seuil.

27. Système selon la revendication l'une quelconque des revendications 18 à 26 ; lesdits écarts étant associés
 35 auxdites informations formatées.

26. Système selon l'une quelconque des revendications 21 à 27 ; ledit système comprenant en outre des moyens de sélection pour sélectionner sur ledit support (SC) quatre points caractéristiques images (P_{1m,1} à 4) tels que le quadrilatère défini par lesdits quatre points caractéristiques images est celui ayant une surface maximale et un centre de gravité situé à proximité du centre géométrique de l'image (I); ladite projection mathématique étant l'homographie transformant lesdits quatre points caractéristiques images en les points de référence associés par ladite bijection auxdits quatre points caractéristiques images.

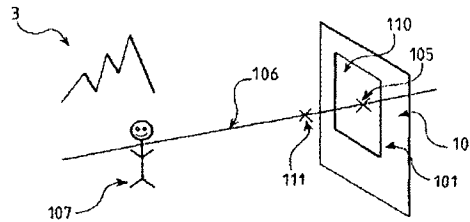
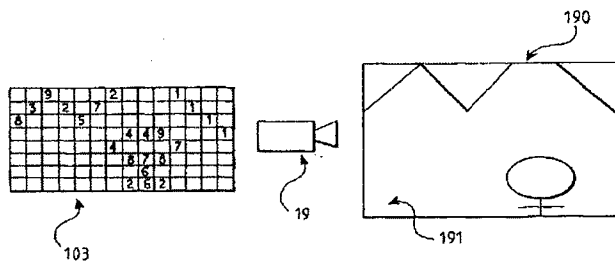
29. Système selon l'une quelconque des revendications 21 à 28 ; ladite image étant une image en couleur composée de plusieurs plans couleur ; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique pour produire lesdites informations formatées mesurées en mettant en œuvre ledit premier algorithme de calcul (AC1) pour au moins deux desdits plans couleur, en utilisant ladite même projection mathématique pour chacun desdits plans couleur ;

de sorte qu'il est possible d'utiliser lesdites informations formatées et/ou informations formatées mesurées pour corriger les distorsions et/ou les aberrations chromatiques dudit appareil.

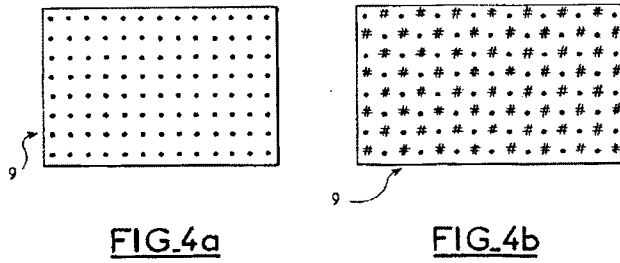
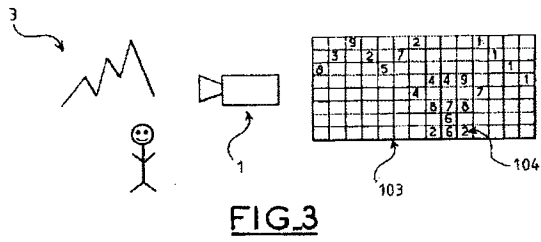
30. Système selon l'une quelconque des revendications 21 à 29 ; ladite image étant une image en couleur composée de plusieurs plans couleur ; ledit système comprenant en outre des moyens de traitement informatique pour produire lesdites informations formatées mesurées en mettant en œuvre ledit premier algorithme de calcul (AC1) pour au moins un desdits plans couleur, en utilisant ladite même référence virtuelle pour chacun desdits plans couleur ;

de sorte qu'il est possible d'utiliser lesdites informations formatées et/ou informations formatées mesurées pour corriger les aberrations chromatiques dudit appareil.

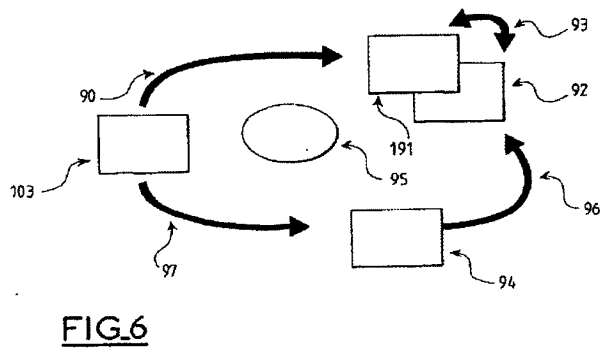
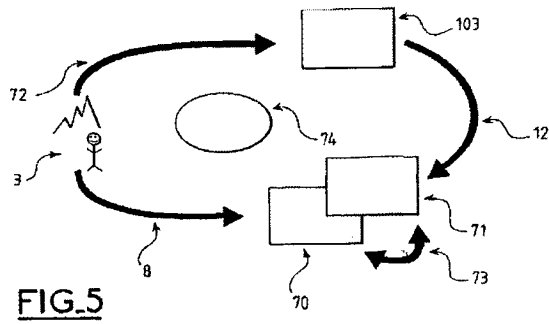
1/20

FIG. 1FIG. 2

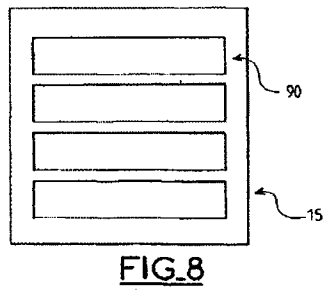
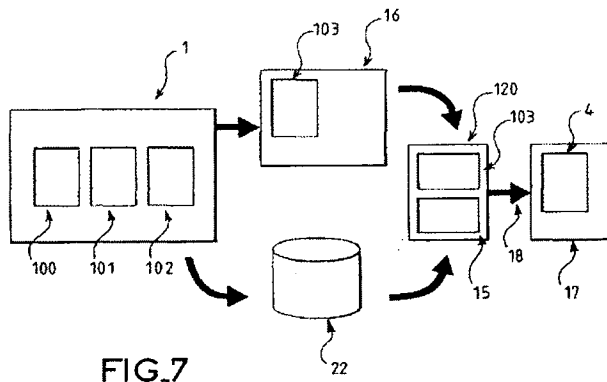
2/20



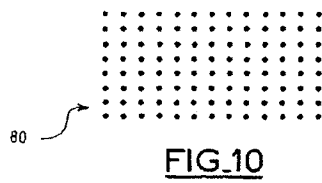
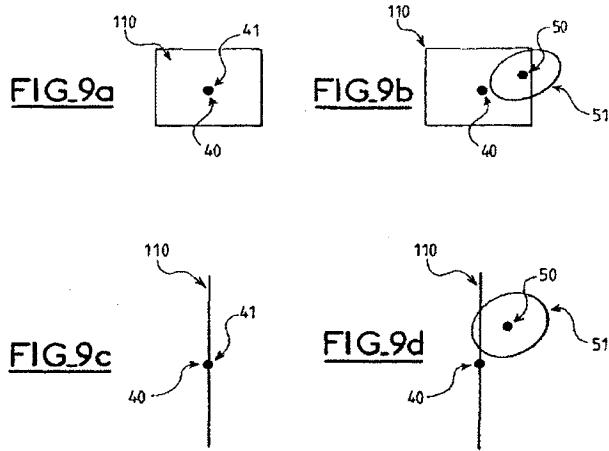
3/20



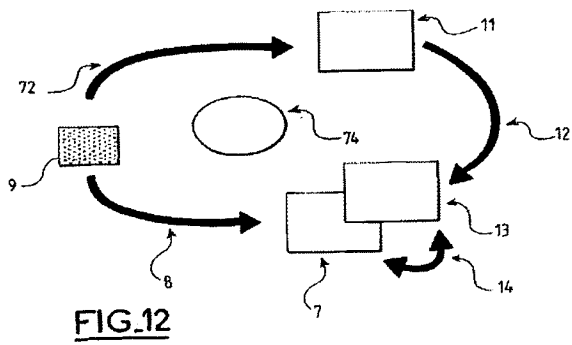
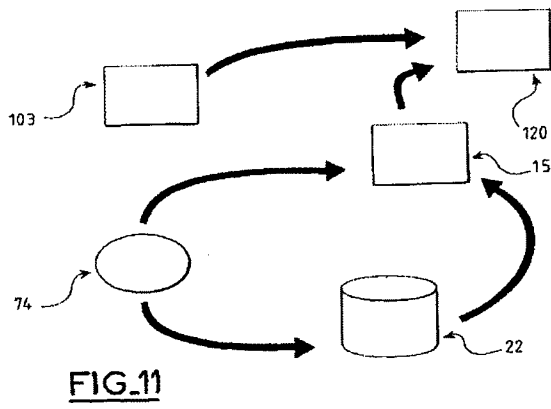
FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)



5/20



6/20



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

7/20

FIG_13a

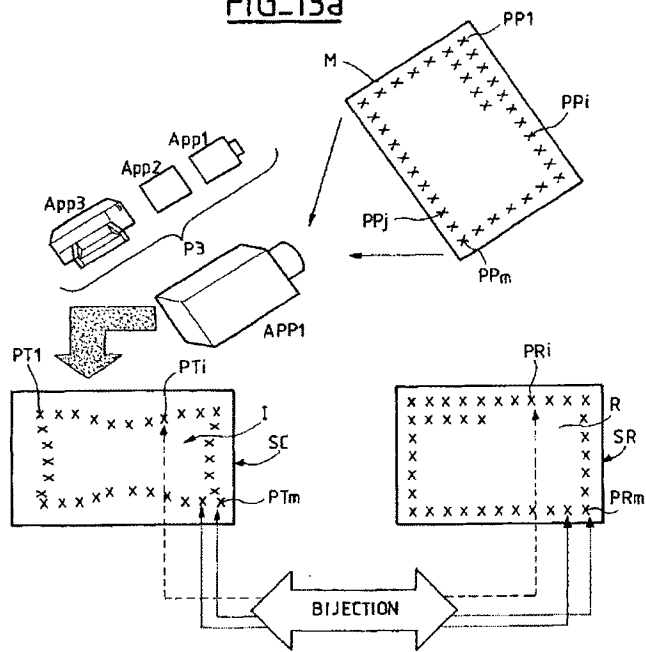
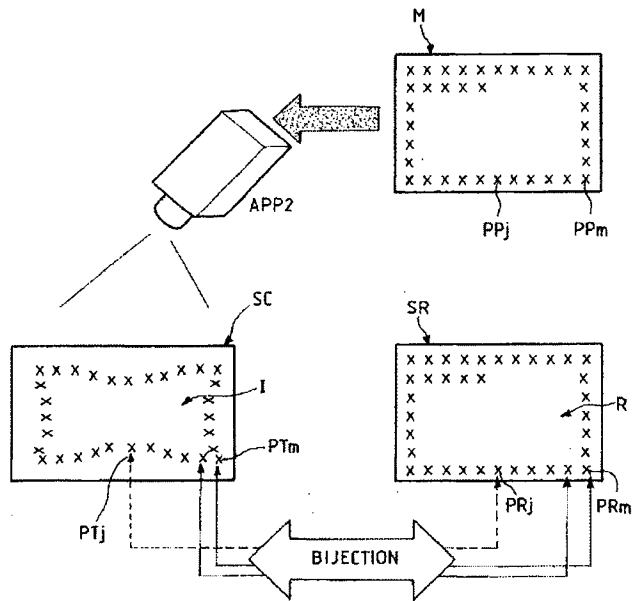
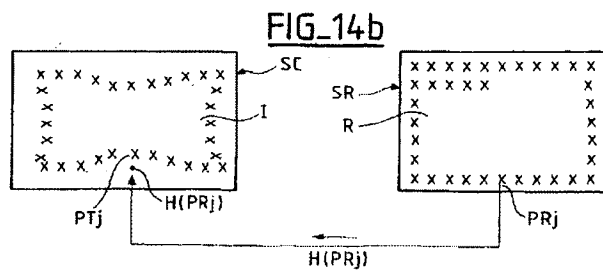
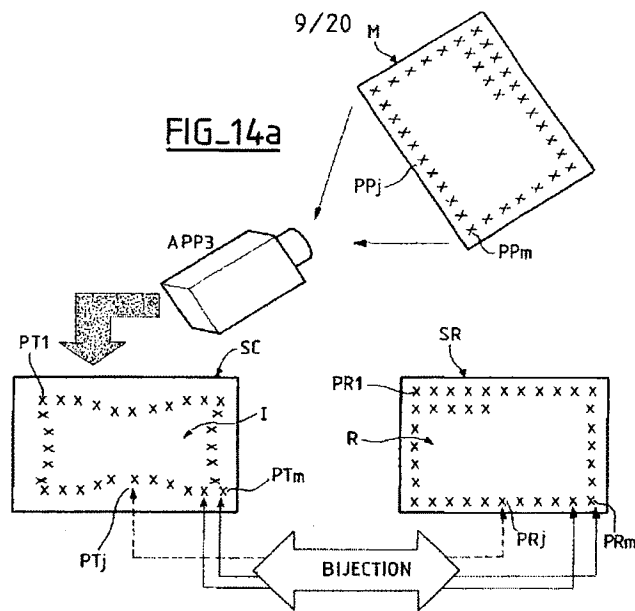


FIG. 13b

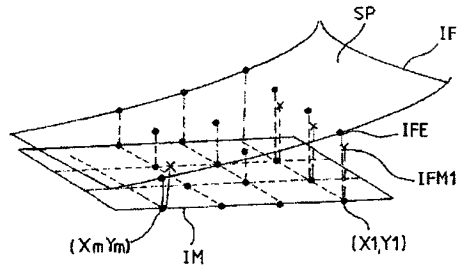
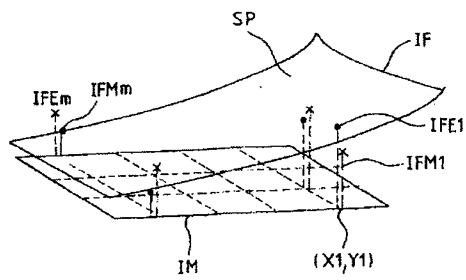
WO 03/007237

PCT/FR02/01906



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 28)

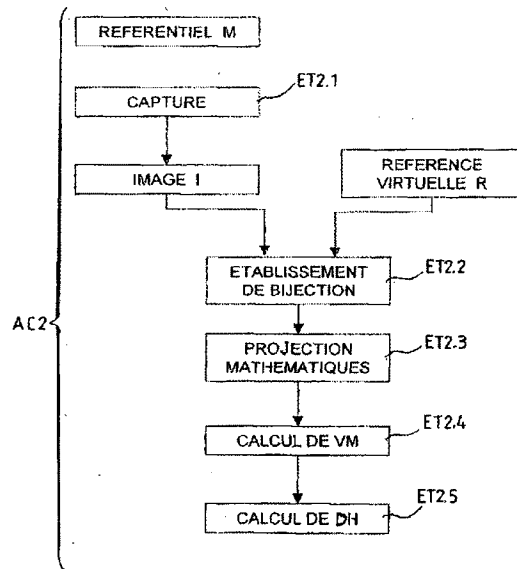
10/20

FIG_15aFIG_15b

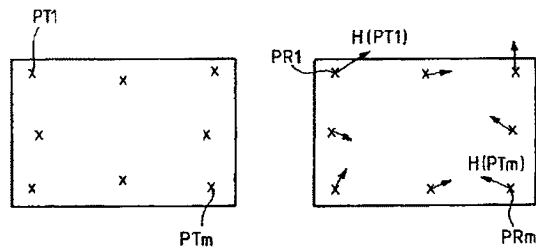
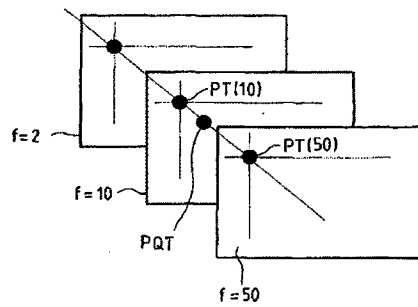
FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

11/20

FIG. 16a



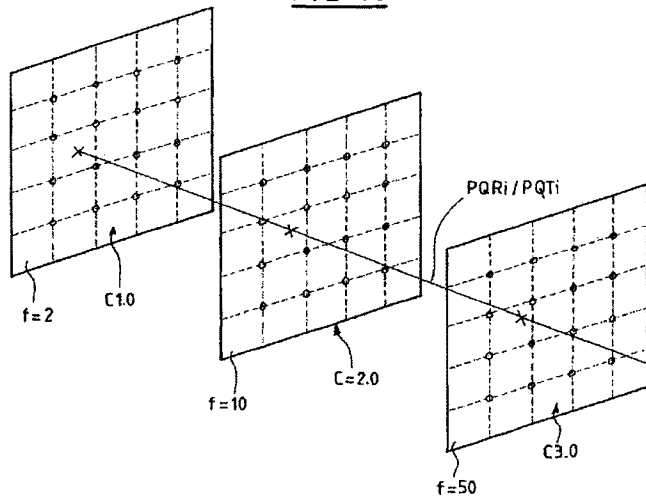
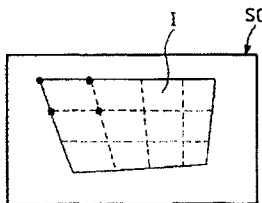
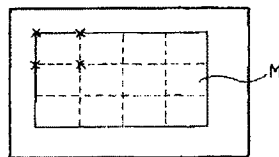
12/20

FIG_16bFIG_17

WO 03/007237

PCT/FR02/01906

13/20

FIG_18FIG_19bFIG_19a

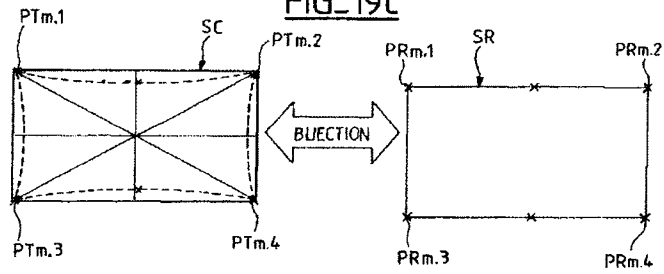
FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

WO 03/007237

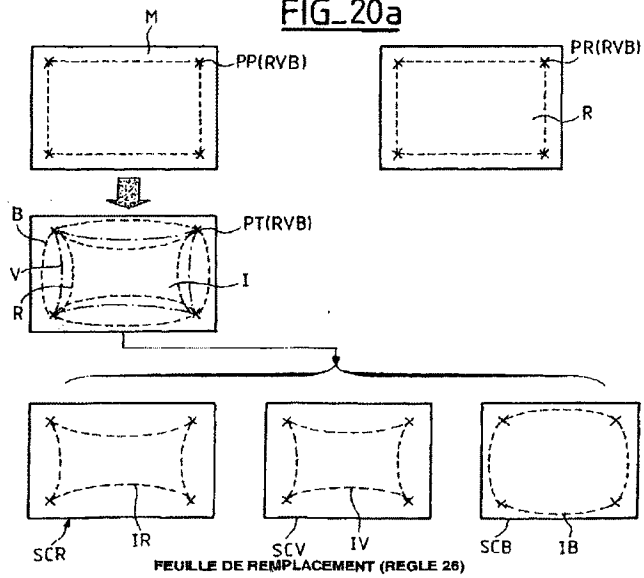
PCT/FR02/01906

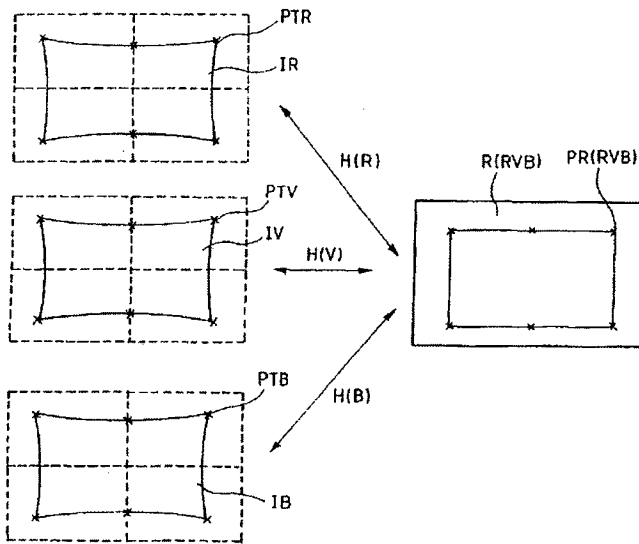
14/20

FIG_19c

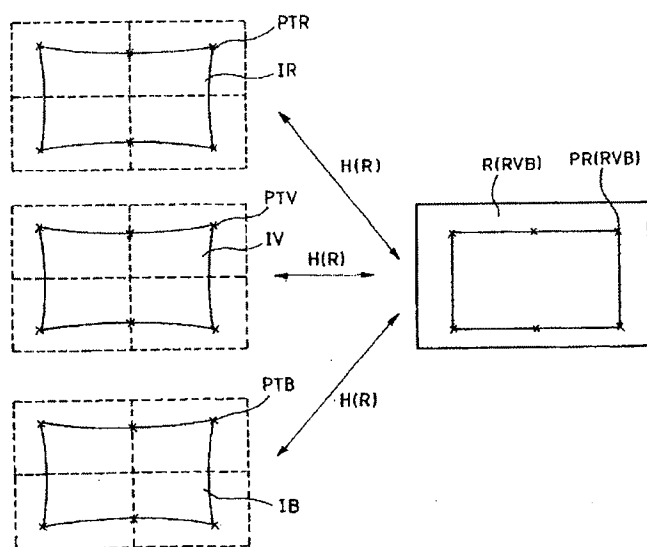


FIG_20a



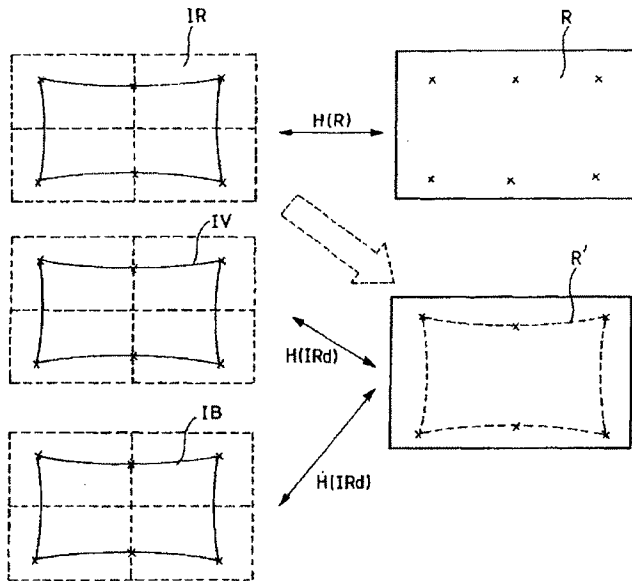
FIG_20b

16/20

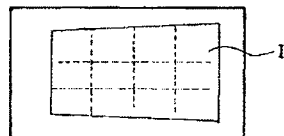
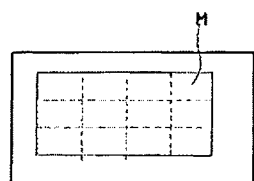
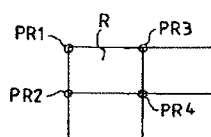
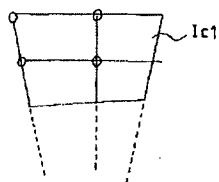
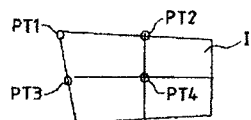
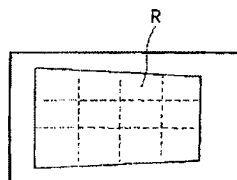
FIG_20c

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

17/20

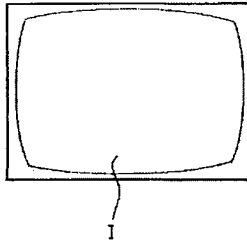
FIG_20d

18/20

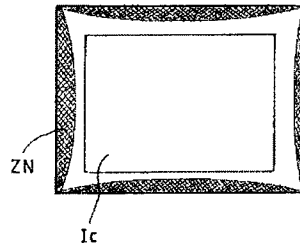
FIG_21FIG_22

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

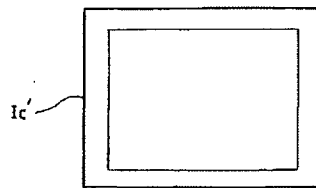
FIG_23a



FIG_23b



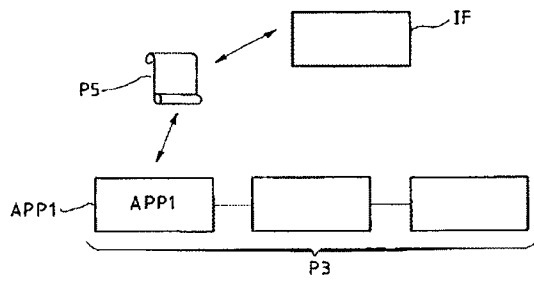
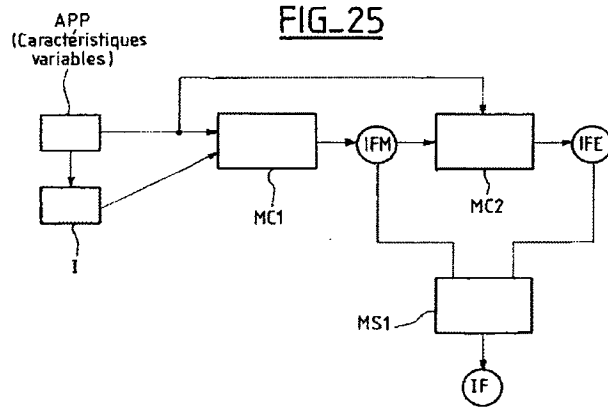
FIG_23c



WO 03/007237

PCT/FR02/01906

20/20

FIG_24FIG_25

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

【手続補正書】

【提出日】平成15年9月8日(2003.9.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項25

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項25】

場合に応じて引数で、

- ー 前記基準面(SR)上の任意の基準点(PQR_i)および組み合わせ、または
- ー 前記媒体(SC)の任意の特性イメージ点(PQT_i)および組み合わせとして定義し、

さらに、前記測定書式付き情報から、任意の引数に関する前記拡張書式付き情報を推論するデータ処理手段(MC2)を備える請求項24に記載のシステム。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int. Application No. PCT/FR 02/01906
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 06611/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 0661		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WATANABE M ET AL: "AN IMAGE DATA FILE FORMAT FOR DIGITAL STILL CAMERA" FINAL PROGRAM AND ADVANCE PRINTING OF PAPERS. ANNUAL CONFERENCE. IMAGING ON THE INFORMATION SUPERHIGHWAY, XX, XX, 1995, pages 421-424, XP000618775	1,2,16, 17
Y	/* table 1 */	3-5, 18-20
Y	WO 01 35052 A (ARMSTRONG BRIAN S.; SCHMIDT KARL B. (US)) 17 May 2001 (2001-05-17) page 23, line 14 -page 24, line 16 page 167, line 18 -page 169, line 16	3-5, 18-20
X	EP 0 867 690 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 30 September 1998 (1998-09-30) page 7, line 27 -page 8, line 9; figure 4	1,2,16, 17
Y		3-5, 18-20
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex		
* Special categories of cited documents: "A" document challenging the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier documents but published on or after the international filing date "L" document which may show doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 4 December 2002		Date of mailing of the international search report 27/12/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Paterstein 2 NL - 2200 HV Noordwijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax. (+31-70) 340-3016		Authorized officer Perez Molina, E

Form PCT/ISA/210 (revision 06/02) July 1997

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inventor Application No. PCT/FR 02/01906
C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indicators where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 104 175 A (XEROX CORP) 30 May 2001 (2001-05-30) page 6, line 51 - page 7, column 5 -----	3-5, 18-20
X	EP 0 964 353 A (CANON KK) 15 December 1999 (1999-12-15) column 5, line 2 - line 27 -----	1-3, 16, 17
A	US 6 173 087 B1 (KUMAR RAKESH ET AL) 9 January 2001 (2001-01-09) column 3, line 35 - line 46; claim 4 -----	1-30
A	US 5 353 392 A (LUQUET ANDRE ET AL) 4 October 1994 (1994-10-04) column 4, line 53 - column 6, line 32 -----	6, 21
A	WO 99 27470 A (FLASHPOINT TECHNOLOGY INC) 3 June 1999 (1999-06-03) page 10, line 19 - line 31 -----	1, 2, 16, 17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 08, 6 October 2000 (2000-10-06) & JP 2000 137806 A (CANON INC), 16 May 2000 (2000-05-16) abstract -----	15, 30

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/FR 02/01906

Parent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0135052	A	17-05-2001	AU 1486101 A AU 1599801 A AU 1763801 A EP 1252480 A1 EP 1236018 A1 EP 1248940 A1 WO 0135052 A1 WO 0135053 A1 WO 0135054 A1	06-06-2001 06-06-2001 06-06-2001 30-10-2002 04-09-2002 16-10-2002 17-05-2001 17-05-2001 17-05-2001
EP 0867690	A	30-09-1998	JP 3225882 B2 JP 10267671 A JP 3053169 B2 JP 11053583 A JP 3053172 B2 JP 11086035 A CN 1203369 A EP 0867690 A1 US 6222583 B1	05-11-2001 09-10-1998 19-06-2000 26-02-1999 19-06-2000 30-03-1999 30-12-1998 30-09-1998 24-04-2001
EP 1104175	A	30-05-2001	EP 1104175 A2 JP 2001209788 A	30-05-2001 03-08-2001
EP 0964353	A	15-12-1999	JP 2000067155 A EP 0964353 A2 US 2002122590 A1	03-03-2000 15-12-1999 05-09-2002
US 6173087	B1	09-01-2001	EP 0968482 A1 JP 2002515150 T WO 9821690 A1	05-01-2000 21-05-2002 22-05-1998
US 5353392	A	04-10-1994	FR 2661061 A1 DE 69107267 D1 DE 69107267 T2 DK 477351 T3 EP 0477351 A1 ES 2068581 T3 WO 9115921 A1 HK 165895 A JP 5501184 T US 5515485 A	18-10-1991 23-03-1995 08-06-1995 10-04-1995 01-04-1992 16-04-1995 17-10-1991 03-11-1995 04-03-1993 07-05-1996
WO 9927470	A	03-06-1999	AU 1456499 A WO 9927470 A1	15-06-1999 03-06-1999
JP 2000137806	A	16-05-2000	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE		De Internationale No PCT/FR 02/01906
A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 606T1/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 606T		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si nécessaire, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WATANABE M ET AL: "AN IMAGE DATA FILE FORMAT FOR DIGITAL STILL CAMERA" FINAL PROGRAM AND ADVANCE PRINTING OF PAPERS. ANNUAL CONFERENCE. IMAGING ON THE INFORMATION SUPERHIGHWAY, XX, XX, 1995, pages 421-424, XP000618775 /* table 1 */	1, 2, 16, 17
Y	---	3-5, 18-20
Y	WO 01 35052 A (ARMSTRONG BRIAN S ;SCHMIDT KARL B (US)) 17 mai 2001 (2001-05-17) page 23, ligne 14 -page 24, ligne 16 page 167, ligne 18 -page 169, ligne 16 ---	3-5, 18-20
X	EP 0 867 690 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 30 septembre 1998 (1998-09-30) page 7, ligne 27 -page 8, ligne 9; figure 4 ---	1, 2, 16, 17 3-5, 18-20
Y	---	
	---/---	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir le reste du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou sur le fait pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spécifique (celle qu'indique) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tout autre moyen "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document antérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la pratique constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré le concernant "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 4 décembre 2002		Date d'expiration du présent rapport de recherche internationale 27/12/2002
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P. B. 5018 Palatinen 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3010		Fonctionnaire autorisé Perez Molina, E

Formule (C) TABA/IC (modifiée suite) (juin 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE		Di Internationale No PCT/FR 02/01906
C. (suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 1 104 175 A (XEROX CORP) 30 mai 2001 (2001-05-30) page 6, ligne 51 - page 7, colonne 5 ----	3-5, 18-20
X	EP 0 964 353 A (CANON KK) 15 décembre 1999 (1999-12-15) colonne 5, ligne 2 - ligne 27 ----	1-3, 16, 17
A	US 6 173 087 B1 (KUMAR RAKESH ET AL) 9 janvier 2001 (2001-01-09) colonne 3, ligne 35 - ligne 46; revendication 4 ----	1-30
A	US 5 353 392 A (LUQUET ANDRE ET AL) 4 octobre 1994 (1994-10-04) colonne 4, ligne 53 - colonne 6, ligne 32 ----	6, 21
A	WO 99 27470 A (FLASHPOINT TECHNOLOGY INC) 3 juin 1999 (1999-06-03) page 10, ligne 19 - ligne 31 ----	1, 2, 16, 17
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 08, 6 octobre 2000 (2000-10-06) & JP 2000 137806 A (CANON INC), 16 mai 2000 (2000-05-16) abrégé -----	15, 30

Formule PCT/SA/210 (suite de la deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE				De Internationale No	
Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets				PCT/FR 02/01906	
Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets		Date de publication
WO 0135052	A	17-05-2001	AU 1486101	A	06-06-2001
			AU 1599801	A	06-06-2001
			AU 1763801	A	06-06-2001
			EP 1252480	A1	30-10-2002
			EP 1236018	A1	04-09-2002
			EP 1248940	A1	16-10-2002
			WO 0135052	A1	17-05-2001
			WO 0135053	A1	17-05-2001
EP 0867690	A	30-09-1998	JP 3225882	B2	05-11-2001
			JP 10267671	A	09-10-1998
			JP 3053169	B2	19-06-2000
			JP 11053583	A	26-02-1999
			JP 3053172	B2	19-06-2000
			JP 11086035	A	30-03-1999
			JP 1203369	A	30-12-1998
			CN 0867690	A1	30-09-1998
EP 1104175	A	30-05-2001	EP 6222583	B1	24-04-2001
			US 1104175	A2	30-05-2001
EP 0964353	A	15-12-1999	JP 2001209788	A	03-08-2001
			EP 2000067155	A	03-03-2000
			EP 0964353	A2	15-12-1999
US 6173087	B1	09-01-2001	US 2002122590	A1	05-09-2002
			EP 0968482	A1	05-01-2000
			JP 2002515150	T	21-05-2002
US 5353392	A	04-10-1994	WO 9821690	A1	22-05-1998
			FR 2661061	A1	18-10-1991
			DE 69107267	D1	23-03-1995
			DE 69107267	T2	08-06-1995
			DK 477351	T3	10-04-1995
			EP 0477351	A1	01-04-1992
			ES 2068581	T3	16-04-1995
			WO 9115921	A1	17-10-1991
			HK 165895	A	03-11-1995
			JP 5501184	T	04-03-1993
			US 5515485	A	07-05-1996
WO 9927470	A	03-06-1999	AU 1456499	A	15-06-1999
			WO 9927470	A1	03-06-1999
JP 2000137806	A	16-05-2000	AUCUN		

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ギシャール フレデリック

フランス国、パリ エフ 75012、ルー デ ピクピュ 60

(72)発明者 ラヴェス ジャン マルク

フランス国、クレルモン フェラン エフ 63000、アヴェニュー デゼタジュニ 38

(72)発明者 リエージュ ブルーノ

フランス国、パリ エフ 75015、ルー ウージェナ ミロ 7

F ターム(参考) 5B057 CA12 CA16 CB12 CB16 CD12

5C062 AA02 AA05 AB02 AB17 AB22 AB23 AB24 AB40 AC02 AC04

AC05 AC24 AF00